

**Artigo original**

AVALIANDO O USO DA ABORDAGEM CONSTRUTIVISTA NOS MATERIAIS IMPRESSOS DE FÍSICA PARA O PROGRAMA DO ENSINO SECUNDÁRIO À DISTÂNCIA

¹Rogério E. C. Cossa e Eugénia F. R. Cossa²

¹*Ministério da Educação, Moçambique*

²*Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique*

RESUMO: Este artigo reporta os resultados de um estudo realizado com o objectivo de avaliar os materiais impressos de Física em uso no Programa do Ensino Secundário à Distância (PESD) e sua eficácia no ensino presencial. Especificamente, a avaliação visava determinar em que medida os materiais impressos de Física promovem a aprendizagem construtivista e sua eficácia quando aplicados no ensino presencial. No entanto, este artigo reporta apenas os resultados relativos à promoção da aprendizagem construtivista nos referidos materiais. O conceptual teórico do estudo assentou nas teorias de Piaget e Vigotsky, tendo sido analisados os processos de assimilação e acomodação do conhecimento e o seu impacto no desenho do currículo e no processo da instrução. Estes dois processos, de acordo com Huitt e Hummel (2003) e Ginsburg (1988), são complementares, usados simultânea e alternativamente pelo indivíduo na aquisição do conhecimento. Para a avaliação dos materiais foi utilizado o método qualitativo, numa abordagem descritiva, em combinação com o método quantitativo. Os resultados mostraram que os materiais impressos de Física em uso no PESD promovem a aprendizagem construtivista particularmente no que tange a duas dimensões, designadamente “relevância pessoal” e “controlo compartilhado”. Considerando este facto, o estudo recomenda o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem que incluam outras dimensões, tais como “negociação dos alunos”, “voz crítica”, e “incerteza”.

Palavras-chave: ambientes de aprendizagem, construtivismo, ensino à distância, materiais impressos.

EVALUATING THE USE OF A CONSTRUCTIVIST APPROACH IN PHYSICS PRINTED MATERIALS FOR DISTANCE SECONDARY EDUCATION PROGRAM

ABSTRACT: This article reports on the results of a study conducted with the aim of evaluating Physics printed materials in use in a Distance Secondary Education Program (PESD) and to assess its effectiveness when applied in face-to-face (classroom). Specifically, the evaluation sought to determine the extent to which the materials promote constructivist learning, as well as to determine its effectiveness when applied in face-to-face teaching. Meanwhile, this article reports only the result related to the promotion of the constructivist learning through the referred materials. The conceptual framework of the study was based on the theories of Piaget and Vigotsky, wherein the processes of assimilation and accommodation of knowledge and its impact on the designing of curriculum and instructional process were analyzed. These two processes, according to Huitt and Hummel (2003) and Ginsburg (1988), are complementary, used simultaneous and alternatively by the individual in the acquisition of knowledge. To evaluate the materials, a qualitative method in a descriptive research approach was used in combination with quantitative methods. The results of the study showed that the printed materials in use in Distance Secondary Education Program do promote the constructivist learning, specifically as far as two dimensions are concerned, namely “personal relevance” and “shared control”. Considering this fact, the study recommends the development of learning strategies that include other dimensions, such as “negotiation with learners”, “critical voice”, and “uncertainty”.

Keywords: constructivism, distance education, learning environment, printed materials.

Correspondência para: (correspondence to:) rogerio.cossa@ua.pt

INTRODUÇÃO

Num programa de educação à distância, a comunicação com os alunos pode ser feita utilizando uma variedade de formas de comunicação, tais como supervisores, tutores, rádio, televisão, telefone, outros alunos, correios, e-mail, material impresso, material digital, etc. Porém, de todas estas formas, o material impresso é geralmente central para a aprendizagem dos alunos (DOLUWEERA, BISWAS e SOMARATNE, 2012; SIMPSON, 2000; OLIVER e GRANT, 1994 e WILLIS, 1994). Por isso, é extremamente importante compreender, por um lado, como é que os alunos aprendem através do material impresso e, por outro, como é que a partir dos textos escritos se pode certificar que os materiais estão oferecendo aos alunos uma aprendizagem efectiva e assente nos princípios da aprendizagem construtivista.

Actualmente, a abordagem construtivista da aprendizagem é tida como sendo mais influente no desenho de currículos educacionais (CHAN, 2010; TROWBRIDGE, BYBEE e POWELL, 2000). Com o desenvolvimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) cresce o interesse em repensar os paradigmas educacionais que vêm sendo utilizados na educação formal presencial para a sua aplicação no Ensino à Distância (EaD). O construtivismo é o paradigma que mais se preocupa em criar e implementar um ambiente virtual que favoreça a participação activa do aluno no seu processo de aprendizagem; a troca de experiências entre os participantes; a discussão e o trabalho em grupo (CHAN, 2010; PAAS, 2001 e LYNCH, 1997). Deste modo, Paas (2001) e Lynch (1997) defendem que a pesquisa sobre a aprendizagem construtivista aplicada ao EaD não pode estar muito condicionada ao desenvolvimento das TIC pois, muitos países, principalmente os em via de desenvolvimento, continuarão durante mais tempo a basear o seu EaD no material impresso, por razões financeiras.

Neste contexto, o principal objectivo deste

artigo é apresentar parte dos resultados de um estudo realizado em Moçambique sob o tema “Avaliação de materiais impressos de Física para Programa do Ensino Secundário à Distância e sua eficácia no ensino presencial”, que se baseou em três questões de investigação, formuladas do seguinte modo: (i) como é que no Programa do Ensino Secundário à Distância os materiais impressos de Física promovem uma aprendizagem construtivista? (ii) qual é o nível de eficácia que os materiais do Programa do Ensino Secundário à Distância apresentam quando aplicados no ensino presencial? (iii) que alterações podem ser propostas ao desenho instrucional dos materiais do Programa do Ensino Secundário à Distância na perspectiva de aprendizagem construtivista? Porém, este artigo irá cingir-se apenas aos resultados obtidos em torno da primeira questão de investigação, referente à promoção da aprendizagem construtivista através dos materiais impressos de Física do Programa do Ensino Secundário à Distância (PESD).

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

Para dar resposta à questão de investigação sobre a promoção da aprendizagem construtivista através dos materiais impressos de Física, o estudo assentou-se nas teorias de aprendizagem de Piaget e Vigotsky. De acordo com a teoria de Piaget, a assimilação e acomodação são dois processos complementares, usados simultânea e alternativamente pelo indivíduo na aquisição do conhecimento (HUITT e HUMMEL, 2003 e GINSBURG, 1988). A Figura 1 ilustra estes processos e, segundo a teoria de Piaget, enquanto a assimilação representa o movimento de integração do meio no organismo, a acomodação representa movimento do organismo no sentido de se submeter às exigências exteriores, adequando-se ao meio. Com este modelo pode-se concluir que, enquanto a assimilação é determinada pelo objecto do meio, a acomodação é determinada pelo indivíduo.

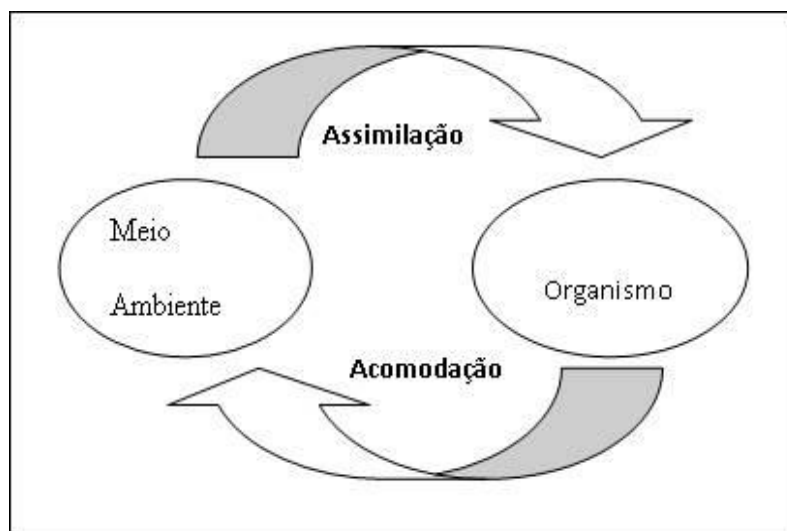


Figura 1: Modelo de assimilação e acomodação do conhecimento

O ciclo que se verifica na figura significa que o organismo interage continuamente com os objectos do meio, mostrando que não pode haver acomodação sem assimilação, já que só se verifica a acomodação de algo que tenha sido antes assimilado, e vice-versa (SEBER, 1997 e GINSBURG, 1988). Como se pode depreender, o conhecimento não progride mediante simples recordações de informações dadas, mas sim mediante trocas que o sujeito mantém com objectos do meio. Neste sentido, deve haver compatibilidade entre o que se pretende ensinar e o nível de desenvolvimento intelectual do indivíduo (SEBER, 1997 e PIAGET, 1964). Por isso, de forma singular, esta teoria defende o desenvolvimento do intelecto antes da ocorrência do processo de ensino. Assim, a implicação pedagógica desta teoria é que o aluno, se não tiver atingido um determinado nível de desenvolvimento intelectual suficiente para uma determinada aprendizagem, esta deve ser adiada (HUITT e HUMMEL, 2003 e CABANAS, 1995).

Acomodação do Conhecimento

No entanto, a teoria de Vigotsky minimiza

o impacto desta implicação pedagógica ao propor dois níveis do desenvolvimento do intelecto, o Nível de Desenvolvimento Actual (NDA) e o Nível de Desenvolvimento Potencial (NDP). Para Vigotsky, não é preciso esperar determinadas estruturas mentais se formarem para que a aprendizagem seja possível (TUDGE, 1990). É o ensino que desencadeia a formação de estruturas mentais necessárias à aprendizagem, sendo no entanto, necessário respeitar a capacidade cognitiva do aluno (TUDGE, 1990). A Figura 2 ilustra os níveis do desenvolvimento do intelecto num indivíduo de acordo com a teoria de Vigotsky. Esta teoria defende a existência, na mente dos alunos, de uma Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), que representa a diferença entre o que o aluno pode fazer individualmente (NDA) e aquilo que é capaz de atingir com a ajuda do professor ou de colegas (NDP) mais aptos na matéria (FINO, 2001; BERTRAND, 1998; GALLIMORE e THARP, 1990).

Assim, para Vigotsky, o desenvolvimento dos processos cognitivos superiores é resultado de uma actividade mediada. Isto significa que a acção do docente somente terá sentido se for realizada no plano da

ZDP, para ajudar os alunos na resolução de problemas que estejam fora do seu alcance, desenvolvendo estratégias para que

paulatinamente possa resolvê-los de forma independente (CLERMONT e BELL, 1988).

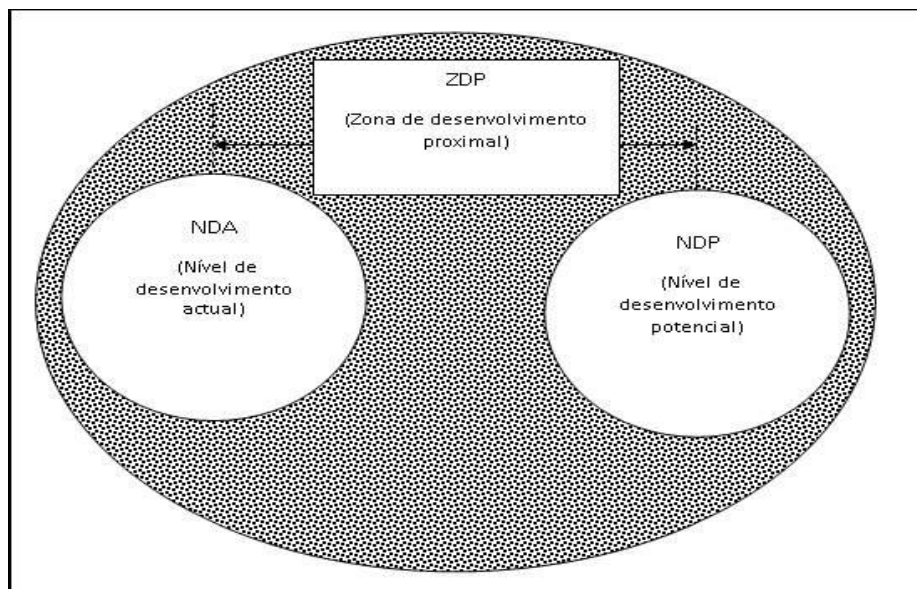


Figura 2: Modelo dos níveis do desenvolvimento do intelecto.

Analisando o sentido de cada uma das duas teorias, pode-se concluir que ambas são construtivistas e que há uma certa complementaridade entre elas ao longo do processo de aprendizagem. Elas são construtivistas em suas concepções do desenvolvimento intelectual porque ambas mostram como o indivíduo se engaja no processo de construção do conhecimento, sustentando que o desenvolvimento do intelecto se efectua a partir das relações recíprocas do indivíduo com o meio (SEBER, 1997; TUDGE, 1990; CLERMONT e BELL, 1988). Assim, interpretando-as comparativamente, pode-se dizer que, na construção do conhecimento, o nível de desenvolvimento intelectual do aluno, referido por Piaget no processo de assimilação e acomodação do conhecimento, não pode estar dissociado dos seus níveis de desenvolvimento actual e potencial referidos por Vigotsky.

Portanto, o termo “construtivismo” surge na Psicologia com a obra de Jean Piaget, no contexto de sua epistemologia genética,

para indicar o papel activo na construção de suas estruturas cognitivas (CASTAÑON, 2005). Assim, desde então, na base de Piaget, o termo construtivismo tem merecido muitas abordagens teóricas em Psicologia, Filosofia, Sociologia e Antropologia (CHAN, 2010) e Educação (TABER, 2011). Estas abordagens assumem posições ontológicas e epistemológicas muito distintas entre si. Por exemplo, investigadores como Taber (2011) e Richardson (2003) consideram o construtivismo como sendo uma teoria de aprendizagem, enquanto outros como Driscoll (2007) assume que é epistemológico e, Micheletto (2011) considera que o construtivismo é um princípio ou filosofia da aprendizagem. Outra questão incoerente na sua abordagem relaciona-se com a categorização do construtivismo. No entanto, Tovar *et. al.* (2006), Doolittle e Hicks (2003) e Doolittle (1999) consideram as seguintes três categorias como principais: o construtivismo social, construtivismo radical e construtivismo cognitivo.

Como se pode constatar, existem diferentes visões na abordagem do construtivismo. Mas uma questão fundamental e comum que os investigadores colocam em diversos domínios da ciência relacionada com a perspectiva construtivista, independentemente da sua categoria, é como engajar os alunos na construção do conhecimento. Estudiosos como Micheletto (2011), Sultan, Woods e Koo (2011), Dykstra Jr. (2010), Vaney, Adams e Elliott, 2008, Cakir (2008), Driscoll (2007), Trowbridge, Bybee e Powell (2000), Morgan e O'reilly (1999), Mutimucuo (1998) e White e Gunstone (1992) constituem exemplos de investigadores com essa preocupação. Portanto, isto mostra que, do ponto de vista pedagógico, há uma concordância entre investigadores no importante papel que o construtivismo desempenha na aprendizagem dos alunos e no desenho instrucional.

Laburú e Arruda (2002) e Fraser e Walberg (1995), analisando cada uma das três categorias do construtivismo mencionadas anteriormente e associando-as à grande questão de como engajar os alunos na construção do conhecimento explicam-nas do seguinte modo: (i) na perspectiva do construtivismo radical assume-se que a elaboração do conhecimento é um processo eminentemente individual. Fundamentalmente, esta perspectiva assume que o aprendente elabora conhecimentos e crenças a partir dos seus conhecimentos preexistentes, submetendo-se às novas ideias e situações que ele encontra; (ii) por sua vez, a perspectiva do construtivismo social assume que o conhecimento é construído pelo aprendente em interação com o seu meio social (escola e cultura extra-escolar). Portanto, nesta perspectiva, o conhecimento não pode ser gerado por um indivíduo, agindo independentemente do seu contexto social e, finalmente, (iii) a perspectiva cognitiva assume que o conhecimento é o resultado de interiorização e (re) construção cuidadosa da realidade externa por um indivíduo.

Analisando os três tipos de construtivismo em termos instrucionais pode-se dizer que cada um deles é importante e assume o seu papel no processo de aprendizagem tanto na educação presencial assim como na educação à distância. Consta-se, também, que a construção do conhecimento não pode ser vista apenas num certo tipo de construtivismo, pois nenhum tipo de construtivismo pode isoladamente proporcionar eficazmente uma aprendizagem. Por isso, no desenho de uma instrução ou de materiais de aprendizagem é importante que hajam compensações entre os tipos de construtivismo, porque cada um deles tem as suas potencialidades e/ou fraquezas. Por exemplo, o construtivismo radical que está direccionado na linha do cognitivo individual poderá ser compensado pela linha cognitiva sociocultural, designada de construtivismo social. Por sua vez, o construtivismo cognitivo que enfatiza a aprendizagem a partir de processos mentais internos, também poderá ser compensada pela parte social (DERRY, 1996).

Portanto, de um modo geral, a perspectiva construtivista na educação baseia-se no facto de que as pessoas constroem a sua própria compreensão e conhecimento sobre o mundo. Os conhecimentos de um indivíduo são o resultado das suas próprias experiências e vivências em diferentes contextos, alteração das estruturas mentais que gera uma mudança no seu comportamento e crenças que irão permitir a interpretação dessa realidade. Deste modo, de acordo com esta perspectiva, a aprendizagem é uma interpretação pessoal da realidade e um processo activo no qual o significado é desenvolvido na base da experiência (REISER e DEMPSEY, 2002; MERGEL, 1998 e HEIN, 1991). Esta perspectiva construtivista é também comungada por pesquisadores como Micheletto (2011), Taber (2011), Liang e Gabel (2005), Akkus, Kadaytfcı e Atasoy (2003), Laburú e Arruda (2002), Mutimucuo (1998) e Fraser e Walberg (1995) que referem que o ingrediente mais

importante no processo de aprendizagem é a interacção entre o novo conhecimento e o conhecimento existente. A posição destes autores pode ser entendida no sentido de que a aprendizagem é um processo individual que envolve a ligação das novas ideias e experiências com o que o aluno já sabe. Assume-se aqui que o aluno vem para a sala de aula com esquemas de pensamento e crenças preexistentes.

Assim, com esta perspectiva e com a preocupação de se garantir um ensino de qualidade, o desenvolvimento de uma avaliação baseada nos ambientes construtivistas de aprendizagem em função das suas dimensões tem sido um campo crescente de foco de pesquisa nas últimas décadas (SULTAN, WOODS e KOO, 2011 e VANEY, ADAMS e ELLIOTT, 2008). Por exemplo, com o objectivo de providenciar aos professores pesquisadores de meios eficientes que lhes permitam monitorar o desenvolvimento da abordagem construtivista na sala de aulas, investigadores interessados na reforma da aprendizagem construtivista em ciências e matemática, têm-se debruçado sobre esta matéria, tendo sido desenvolvido o instrumento de Pesquisa de Ambientes Construtivistas de Aprendizagem (*Constructivist Learning Environment Survey - CLES*). Este instrumento, tem sido usado por investigadores para avaliar as percepções dos professores e alunos sobre determinadas dimensões do ambiente construtivista no ensino das ciências e da matemática (JOHNSON e MCCLURE, 2000; TAYLOR, FRASER e WHITE, 1994). Sultan, Woods e Koo (2011), para investigarem a abordagem construtivista nas escolas da Malásia numa aprendizagem digital, também basearam o seu estudo em ambientes construtivistas de aprendizagem e fizeram uma adaptação ao instrumento original. Do mesmo modo, Vaney, Adams e Elliott (2008), fizeram uma adaptação ao instrumento original para desenvolver uma ferramenta válida e fiável de monitoria ao desenvolvimento da aprendizagem

construtivista numa aprendizagem online baseada em ambientes construtivistas. O instrumento original, segundo Taylor, Fraser e White (1994), foi desenvolvido em 1991 para ser usado com estudantes e professores das escolas superiores, nas disciplinas de Matemática e Ciências, para a avaliação dos ambientes construtivistas de aprendizagem. O instrumento incluía 35 itens sendo 7 em cada uma das cinco dimensões construtivistas.

De acordo com os autores atrás referidos, as cinco dimensões consideradas fundamentais para avaliar os referidos ambientes na sala de aulas numa aprendizagem tradicional, digital ou online são as que a seguir se descrevem: (i) **Relevância pessoal**: esta dimensão centra-se na conexão entre as matérias cientificamente ensinadas ao aluno na escola e as experiências que ele adquire fora da escola. A relação entre estas matérias e as experiências diárias do aluno constitui um pressuposto bastante significativo para o desenvolvimento científico do aluno; (ii) **Incerteza**: esta dimensão refere-se à necessidade da observância das crenças, valores, experiências humanas e teorias na aquisição de conhecimentos científicos. Portanto, esta dimensão avalia a extensão das oportunidades que são dadas ao aluno na aquisição de conhecimentos científicos; (iii) **Controlo compartilhado**: esta dimensão tem a ver com o convite que deve ser feito aos alunos no sentido de compartilharem com o professor em todo o ambiente de aprendizagem. Isto significa que o controlo do ambiente compartilhado por todos deve ser feito com base numa avaliação permanente e formadora; (iv) **Negociação dos alunos**: esta dimensão avalia a extensão das oportunidades existentes para os alunos explicarem e justificarem a outros alunos as suas recentes ideias, escutarem atentativamente e reflectirem na viabilidade das ideias de outros alunos e subsequentemente, reflectirem auto criticamente na

viabilidade das suas próprias ideias; (v) **Voz crítica:** esta dimensão avalia o grau pelo qual um clima social tem sido construído, dentro do qual os alunos sentem que é legítimo e benéfico questionar os planos e métodos pedagógicos do professor e expressar preocupações acerca de qualquer impedimento da sua aprendizagem. Portanto, nada nem ninguém está acima da crítica construtiva.

A dimensão relativa à **incerteza** é uma das mais apontadas por diversos autores para o reforço da abordagem construtivista de aprendizagem no ensino das ciências naturais. O ambiente considerado nesta dimensão é a disponibilização de uma instrução que promova uma mudança conceptual, isto é, uma instrução que leve os alunos a activarem e a modificarem os seus pré-conhecimentos ou preconceitos para que eles sejam melhor compreendidos cientificamente (AKKUS, KADAYTFÇI e ATASOY, 2003; GUNSTONE e MITCHELL, 1998 e NUSSBAUM e NOVICK, 1982).

Trowbridge, Bybee e Powell (2000) sugerem um modelo instrucional efectivo, baseado no construtivismo, que possa promover uma mudança conceptual como sendo um ciclo de aprendizagem constituído por quatro fases, nomeadamente: (i) **engajamento** - engajar mentalmente os alunos nas grandes ideias ou conceitos da aula, estimulando interesse e curiosidade nos alunos para que possam ter acesso aos seus conhecimentos e concepções prévias; (ii) **exploração** - investigar e explorar conjuntamente as ideias por forma a estabelecer uma base de experiência e partilha dos conhecimentos e concepções prévias; (iii) **desenvolvimento** - priorizar explicações baseadas em conhecimentos prévios, desenvolver vocabulário e providenciar experiências para reforçar e potenciar a compreensão dos alunos; e (iv) **generalização e aplicação** - transferir e aplicar as compreensões dos conceitos para diferentes situações. A Figura 3, a seguir representada, mostra esquematicamente o referido modelo instrucional.

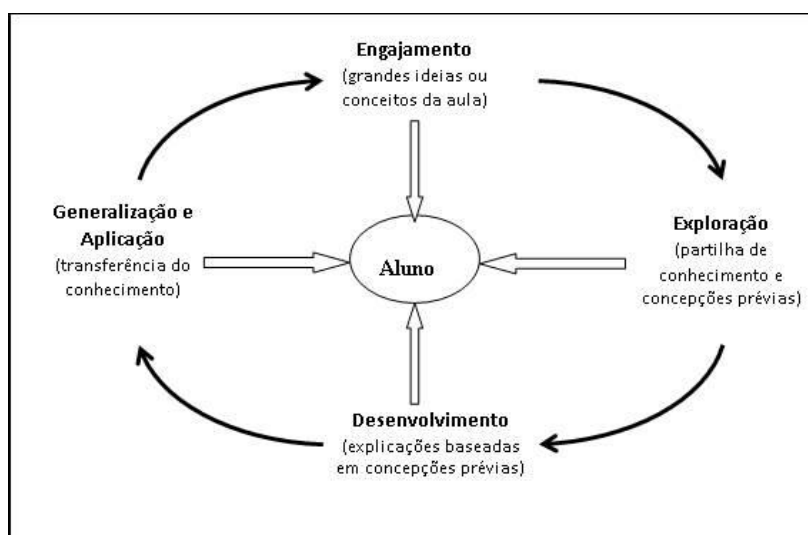


Figura 3: Modelo instrucional

METODOLOGIA

Para a realização do estudo, foi adoptada uma abordagem mista que consistiu na combinação dos métodos qualitativos numa abordagem descritiva e quantitativos.

A aplicação do método qualitativo consistiu na identificação, a partir da revisão bibliográfica, de ambientes construtivistas em função das cinco dimensões do construtivismo referidas na secção anterior. A partir desta identificação

foi produzido um instrumento (grelha de análise dos ambientes construtivistas) que permitiu fazer a recolha de indicadores que conduzissem à avaliação dos ambientes construtivistas em cada uma das dimensões, a partir de critérios previamente definidos. Por exemplo, apresentando-se parte desse instrumento, apenas na dimensão “relevância pessoal”, a relação critérios, ambientes construtivistas e indicadores pode ser compreendida como mostra a Tabela 1.

Portanto, nesta base foi analisada cada uma das lições que constitui o módulo de Física da 8ª classe em uso no PESD, na unidade sobre a estrutura da matéria, e fez-se assim o levantamento de indicadores nesta

dimensão. O levantamento de indicadores nas restantes dimensões construtivistas foi feito obedecendo a mesma lógica da estrutura da parte do instrumento apresentado na dimensão “relevância pessoal”.

De referir que este instrumento foi uma adaptação dos instrumentos usados por Ottevanger (2001) na sua pesquisa sobre a necessidade de apoiar os professores em materiais de ensino para uma melhor implementação do currículo na área das ciências na Namíbia, e por Taylor, Fraser e White (1994) para a determinação da praticabilidade e viabilidade das cinco dimensões de ambientes construtivistas numa sala de aulas de Matemática.

Tabela 1 - Grelha de análise dos ambientes construtivistas na dimensão “relevância pessoal”

Crítérios	Indicadores	Nota (%)
Ambiente construtivista A₁: As tarefas dadas aos alunos privilegiam contextos que lhes são significativos.		
Exemplificação da aplicabilidade ou utilidade dos fenómenos		
Estabelecimento da relação-velho-novo		
Ambiente construtivista A₂: Os exemplos dados privilegiam situações do mundo real e o dia a dia do aluno		
Caracterização de fenómenos da natureza		
Aplicação de fenómenos na ciência e na técnica		
Descrição de situações facilmente reconhecidas pelo aluno		
Ambiente construtivista A₃: As actividades permitem que os alunos façam uma auto-avaliação e auto-correcção.		
Estabelecimento da relação lógica entre actividades-objectivos-conteúdos		
Contemplação do <i>feedback</i>		

Antes da sua aplicação foi feita uma validação que consistiu no envolvimento de docentes do ensino superior e técnicos do Ministério da Educação com conhecimentos sólidos sobre avaliação, teorias de aprendizagem e desenho instrucional e com experiência em ensino e investigação educacional.

A aplicação do método quantitativo consistiu na transformação dos dados qualitativos, obtidos a partir do levantamento de indicadores respeitantes a determinados critérios de avaliação de ambientes construtivistas, em dados

quantitativos na escala de Likert, utilizando-se os códigos: 1 = Nem tão pouco; 2 = Um pouco; 3 = Em parte; 4 = Muito; 5 = Completamente. Nesta transformação, teve-se em conta os limites do domínio de um critério, que representam as medidas a partir das quais se podem determinar se um critério pode ser considerado respeitado ou não (ROEGIERS e KETELÉ, 2001). Estas medidas podem ser obtidas a partir da observância de certos indicadores.

Contudo, para se evitar que o êxito ou o fracasso não fosse atribuído apenas ao

acaso, buscou-se algumas oportunidades independentes de comprovar cada critério. Roegiers e Ketele (2001) referem que a regra dos 2/3 constitui um bom ponto de referência em termos de critérios de domínio. Ela consiste em dar a cada aluno pelo menos três oportunidades de comprovar cada critério. Assim, considera-se que há domínio de um critério pelo aluno quando este consegue êxito em 2/3 dos itens relativos ao critério. Neste caso, quando o êxito é alcançado em apenas dois itens, diz-se que o domínio é mínimo. Mas, quando se obtém êxito nas três oportunidades sobre as três, diz-se que o domínio é máximo. Quando se trata de mais de três oportunidades, é possível tornar as seguintes proporções como domínio mínimo: 3/4; 3/5; 4/6; 5/7; etc. Esta forma de avaliação é, segundo o mesmo autor, geralmente aplicada na avaliação de competências dos alunos, e os critérios de avaliação raramente têm o mesmo peso ou a mesma relevância. Neste sentido, analisada esta forma de avaliação, concluiu-se que ela podia ser aplicada na avaliação dos ambientes construtivistas, tendo-se considerado a regra dos 2/3. Também, por uma questão de praticabilidade, considerou-se na investigação o mesmo peso e a mesma relevância dos critérios.

Assim, nesta investigação, procedeu-se do seguinte modo para a avaliação quantitativa dos ambientes:

- Primeiro, aplicando a regra dos 2/3, para o critério em que foram apurados 2 indicadores, a sua avaliação foi considerada como sendo de domínio mínimo (66%) e para o critério que apresentou 3 ou mais indicadores foi avaliado como de domínio máximo (100%). Estes limites de domínio mostram o grau a partir do qual os critérios de avaliação de ambientes construtivistas foram considerados respeitados;
- De seguida, na base das notas percentuais atribuídas a cada critério em um determinado ambiente, foi determinada a média percentual desse ambiente. Por exemplo, olhando para a tabela 1 atrás referida, para o ambiente construtivista A2, a média percentual deste ambiente foi feita na base da média das notas percentuais atribuídas a cada um dos três critérios;
- Terceiro, considerando ainda a regra dos 2/3 e os domínios mínimos e máximos, as classificações percentuais de cada ambiente construtivista foram de seguida transformadas em classificações na escala de Likert. Como de acordo com esta regra, dois critérios respeitados correspondem a 66% e um a 33%, então, esta base permitiu a definição dos dois primeiros intervalos (0 - 33 e 33 - 66), tendo se feito corresponder aos códigos 1 e 2 na escala de Likert, respectivamente. Os três últimos intervalos resultaram de um ajustamento feito aos intervalos para permitir uma correspondência com os três últimos códigos da escala. A Tabela 2 apresenta a correspondência das classificações percentuais dos ambientes construtivistas obtidos na referida escala; e
- Finalmente, na base do cálculo das médias percentuais dos ambientes construtivistas por dimensão e posteriormente convertidas na escala de Likert, foi avaliada cada uma das dimensões do construtivismo.

Tabela 2: Correspondência das classificações percentuais dos ambientes construtivistas na escala de Likert

Classificações percentuais (%)	0 - 33	33 - 66	66 - 80	80 - 90	90 - 100
Correspondência das classificações na escala de Likert	1	2	3	4	5

1 = Nem tão pouco; 2 = Um pouco; 3 = Em parte; 4 = Muito; 5 = Completamente

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta secção apresenta e discute os resultados da avaliação feita aos materiais impressos de Física, tendo em conta cada uma das dimensões dos ambientes construtivistas, nomeadamente, relevância pessoal, incerteza, controlo compartilhado, negociação dos estudantes e voz crítica. Na discussão dos resultados foram ainda observados os respectivos critérios e ambientes construtivistas identificados.

Avaliação dos Materiais na Dimensão “relevância pessoal”

Os resultados mostram que esta dimensão é fortemente explorada ao longo do módulo de Física através de tarefas que privilegiam contextos que são significativos aos alunos, de exemplos que privilegiam situações do mundo real e o dia-a-dia do aluno e através de actividades que permitem que os alunos façam uma auto-avaliação e auto-correcção (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados da avaliação dos ambientes da dimensão relevância pessoal.

Critérios	Ambiente construtivista	1	2	3	4	5
Exemplificação da aplicabilidade ou utilidade dos fenómenos	A1: As tarefas dadas aos alunos privilegiam contextos que lhes são significativos.					X
Estabelecimento da relação-velho-novo						
Caracterização de fenómenos da natureza	A2: Os exemplos dados privilegiam situações do mundo real e o dia-a-dia do aluno.					
Aplicação de fenómenos na ciência e na técnica						X
Descrição de situações facilmente reconhecidas pelo aluno						
Estabelecimento da relação lógica entre actividades-objectivos-conteúdos	A3: As actividades permitem que os alunos façam uma auto-avaliação e auto-correcção.					
Contemplanção do <i>feedback</i>						X

1 = Nem tão pouco; 2 = Um pouco; 3 = Em parte; 4 = Muito; 5 = Completamente

Os resultados ilustrados na Tabela 3 mostram a existência de uma concordância entre o desenho instrucional do módulo de Física e a teoria de Piaget, que sugere que os professores devem enfatizar o papel crítico das experiências dos alunos ou interacções com o meio envolvente (HUITT e HUMMEL, 2003). Estas experiências ou interacções, uma vez tidas em conta no desenho de materiais, constituem um pressuposto bastante significativo para o desenvolvimento científico do aluno. A integração das

experiências de alunos nos materiais facilita os processos de assimilação e acomodação do conhecimento, pois, de acordo com a teoria de Piaget, estes dois processos são complementares e usados simultaneamente e alternativamente pelo indivíduo na aquisição do conhecimento (CABANAS, 1995; HUITT e HUMMEL, 2003). Neste sentido, o estabelecimento de uma relação lógica, entre actividades-objectivos-conteúdos e contemplar *feedback* ao longo das lições do módulo, é uma condição para tornar uma instrução

efectiva (TROWBRIDGE, BYBEE e POWELL, 2000).

Avaliação dos Materiais na Dimensão “incerteza”

Neste caso, os resultados mostraram que a dimensão incerteza não está completamente reflectida ao longo do módulo de Física sobre a estrutura da matéria em análise, contrariamente aos resultados da dimensão anterior. No entanto, observando os resultados apresentados na Tabela 4, constata-se que o ambiente relativo à representação qualitativa dos fenómenos sob múltiplas formas está completamente presente ao longo da aprendizagem. Analisando este

facto do ponto de vista das teorias de Piaget e Vigotsky, que realçam a necessidade de o indivíduo se engajar no processo de construção do conhecimento, pode-se dizer, por um lado, que as múltiplas formas de representar um fenómeno contribuem significativamente no processo de assimilação e acomodação do conhecimento, uma vez que estes dois processos se complementam na aquisição do conhecimento (Gouveia e Valadares, 2004). Por outro lado, as múltiplas formas de representar um fenómeno podem contribuir significativamente para que o aluno realize aquelas tarefas que seria incapaz de realizar sozinho sem a ajuda apropriada do professor (HUGHES, 1988).

Tabela 4 - Resultados da avaliação dos ambientes na dimensão incerteza

Crítérios	Ambiente construtivista	1	2	3	4	5
Explicação de um mesmo fenómeno ou conceito de formas diferentes	B1: Os mesmos fenómenos representados qualitativamente de múltiplas formas					X
Demonstração de um mesmo fenómeno de diferentes maneiras						
Apresentação de cálculos de grandezas físicas apresentados diferentes formas	B2: Os mesmos fenómenos representados quantitativamente de múltiplas formas	X				
Apresentação de problemas do mesmo tipo de formas diferentes						
Indicação de eventos orientadores para os alunos evocarem as suas pré concepções	B3: A mudança conceptual é promovida através da criação do conflito cognitivo		X			
Encorajamento da confrontação das ideias do aluno com as apresentadas ao longo do desenvolvimento das matérias						
Explicações baseadas em conhecimentos prévios	B4: A mudança conceptual é promovida através da realização de actividades de Predição – Observação – Explicação (POE).	X				
Realização de actividades obedecendo a sequência POE						
Comparação de fenómenos ou conceitos	B5: A mudança conceptual é promovida através do estabelecimento de analogias.	X				
Comparação de grandezas Físicas						
Conteúdos ou actividades desenvolvidas através de representações hierárquicas com ligações de conceitos	B6: A mudança conceptual é promovida através da utilização de mapas de conceito.	X				

1 = Nem tão pouco; 2 = Um pouco; 3 = Em parte; 4 = Muito; 5 = Completamente

Ainda de acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, nota-se que a mudança conceptual através da criação do conflito cognitivo não se faz sentir muito ao longo da aprendizagem. A mudança conceptual promovida através da realização de actividades de Predição – Observação – Explicação (POE), não constitui opção metodológica no módulo.

A instrução prioriza actividades de Experimentação – Observação – Explicação (EOE). Contrariamente às actividades de POE, as de EOE não permitem que os alunos decidam sozinhos o que aplicar, prever o resultado do evento, justificar a sua predição e reconciliar qualquer conflito entre a predição e observação. Provavelmente, a

opção pelas actividades de EOE tenha a ver com o facto de no EaD baseado no material impresso ser extremamente difícil controlar o que o aluno aprende, e como está aprendendo, e providenciar um *feedback* atempado, uma vez que ele tem poucas possibilidades de interagir com o tutor ou com outros alunos, contrariamente ao que acontece no ensino presencial. A promoção da mudança conceptual através do estabelecimento de analogias não é tida em conta ao longo da aprendizagem com estes materiais, pois o aluno não é submetido a situações em que, em primeiro lugar, tenha de evocar as suas pré-concepções. Do mesmo modo, a promoção da mudança conceptual através da criação do conflito cognitivo só se faz sentir apenas através de um critério, o das explicações baseadas em conhecimentos prévios. Os eventos orientadores para os alunos evocarem as suas pré-concepções e o encorajamento da confrontação das ideias dos alunos com as apresentadas ao longo do desenvolvimento das matérias, não são tidos em consideração. Com base

no modelo instrucional proposto por Trowbridge, Bybee e Powell (2000) pode-se, então, dizer que as explicações baseadas em conhecimentos prévios presentes no módulo aparecem de forma isolada, isto é, não fazem parte do ciclo de aprendizagem. O ideal seria que as explicações ao longo da aprendizagem com este tipo de materiais fossem consideradas na fase do desenvolvimento, de forma a estabelecer estreita ligação com as grandes ideias ou conceitos, partilha de conhecimento e concepções prévias.

Resultados da Avaliação dos Materiais na Dimensão “controlo compartilhado”

Nesta dimensão, os resultados apurados e indicados na Tabela 5 mostraram que o ambiente relativo ao encorajamento dos alunos a consultas com o tutor ou interacção aluno-professor e professor-aluno está completamente presente no módulo. No entanto, o mesmo não acontece com a co-responsabilização dos alunos pelas suas próprias aprendizagens.

Tabela 5 - Resultados da avaliação dos ambientes na dimensão controlo compartilhado

Critérios	Ambiente construtivista	1	2	3	4	5
Orientações claras para o aluno controlar a sua aprendizagem	C1: Os alunos são co-responsabilizados pelas suas próprias aprendizagens.					
Encorajamento no aumento da compreensão através do uso de materiais adicionais			X			
Orientações para visitas ao CAA	C2: As lições encorajam os alunos a consultas com o tutor ou interacção aluno professor e professor aluno (diálogo horizontal).					X

1 = Nem tão pouco; 2 = Um pouco; 3 = Em parte; 4 = Muito; 5 = Completamente

A partilha de ideias durante a aprendizagem é alcançada através de uma avaliação permanente que é contemplada no módulo ao longo das lições e através de instruções e oportunidades que são dadas aos alunos para se auto-avaliarem. Interpretando esta forma de partilha à luz da teoria de Vigostky, pode-se dizer que esta forma de avaliação da aprendizagem contribui significativamente para os

processos de assimilação e acomodação do conhecimento, uma vez que a ZDP que existe na mente do aluno é constantemente alimentada, estabelecendo-se assim, facilmente a ponte entre o que o aluno pode fazer individualmente (NDA) e aquilo que é capaz de atingir com a ajuda do professor ou colegas mais aptos na matéria (NDP).

Resultados da Avaliação dos Materiais na Dimensão “negociação dos estudantes”

Nesta dimensão, os resultados revelaram que os trabalhos em grupos não são tidos em consideração durante a aprendizagem e, consequentemente, não existem tarefas que desencadeiem problemas e desafiam os alunos à sua resolução (Tabela 6). No entanto, à semelhança da dimensão anterior, a negociação dos alunos através de trabalhos em grupos—seria mais uma extensão das oportunidades para o reforço dos processos de assimilação e

acomodação e ao estabelecimento da ponte entre NDA e NDP. Gouveia e Valadares (2004), ao testarem o efeito do trabalho cooperativo na aprendizagem de Química no tema Ácido – Base, concluíram, através de uma pesquisa experimental, que os alunos que trabalham em cooperação tendem a atingir melhores desempenhos a nível académico; apresentam mais soluções às questões de dificuldade cognitiva mais elevada; desenvolvem auto-estima e um maior número de atitudes sociais positivas, e atingem uma maior compreensão dos conteúdos que estudam.

Tabela 6: Resultados da avaliação dos ambientes na dimensão negociação dos estudantes

Critérios	Ambiente construtivista	1	2	3	4	5
Indicação de trabalhos em grupo	D1: As lições promovem trabalho em grupo.	X				
Problematisação das tarefas em grupo	D2: As tarefas para o trabalho em grupo desencadeiam problemas e desafiam os alunos à sua resolução.	X				

1 = Nem tão pouco; 2 = Um pouco; 3 = Em parte; 4 = Muito; 5 = Completamente

O trabalho em grupo ao longo do módulo não constitui aposta dos materiais do PESD, talvez pela dificuldade que existe na sua organização numa aprendizagem à distância, uma vez que os alunos encontram-se dispersos e com um sistema de comunicação deficiente no país.

Resultados da Avaliação dos Materiais na Dimensão “voz crítica”

Em relação a esta dimensão, os resultados apurados, apresentados na Tabela 7, mostram que em momento algum se dá aos alunos a oportunidade de poderem expressar suas preocupações sobre o processo de aprendizagem ou

questionarem os métodos pedagógicos usados.

A criação de ambientes que permitissem aos alunos questionarem o processo de aprendizagem à distância seria benéfica para a sua avaliação e reorganização. Provavelmente, o facto de nos materiais recomendar-se ao aluno a frequentar o Centro de Apoio à Aprendizagem, para realizar outras actividades e colocar as suas dúvidas ao tutor ou aos colegas, tenha influenciado que não fosse incluído outra informação nos materiais que pudesse permitir que o aluno expressasse as suas preocupações sobre o processo de aprendizagem.

Tabela 7: Resultados da avaliação dos ambientes na voz crítica

Critérios	Ambiente construtivista	1	2	3	4	5
Oportunidades para o aluno expressar seus sentimentos acerca da organização do ensino a distância	E1: Os alunos podem expressar suas preocupações sobre o processo de aprendizagem.	X				
Indicação de espaço para sugestões dos alunos	E2: Os alunos podem questionar os métodos pedagógicos usados e expressar suas preocupações.	X				
Oportunidades para o aluno avaliar os materiais						

1 = Nem tão pouco; 2 = Um pouco; 3 = Em parte; 4 = Muito; 5 = Completamente

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em suma, os resultados revelaram que os ambientes construtivistas pertencentes às dimensões “relevância pessoal” e “controle compartilhado” são os privilegiados na aprendizagem através dos materiais impressos de Física em uso no PESD. A aprendizagem através da cobertura de ambientes das dimensões “incerteza”, “negociação dos estudantes” e “voz crítica”, não constitui aposta nos módulos de Física da 8ª classe em uso no PESD. Isto significa, por um lado, que a abordagem dos conteúdos nos módulos é feita tendo em conta as experiências que o aluno adquire fora da escola e, por outro, a aprendizagem é conduzida tendo em conta a necessidade de o aluno dialogar a partir dos mesmos materiais. A promoção da aprendizagem construtivista nestas dimensões é feita através da criação de ambientes que privilegiam:

- tarefas dos alunos em contextos significativos;
- exemplos de situações do mundo real e o dia-a-dia do aluno;
- actividades que permitam com que os alunos façam uma auto-avaliação e auto-correcção;
- co-responsabilização dos alunos pelas suas próprias aprendizagens; e
- encorajamento dos alunos a consultas com o tutor ou interacção aluno professor e professor aluno.

A fraca presença de ambientes construtivistas relativos à dimensão “incerteza” leva a concluir que, na aprendizagem à distância com recurso a estes materiais, as crenças, valores, experiências humanas e teorias são pouco considerados na aquisição de conhecimentos científicos. Por isso, na elaboração de materiais impressos para o ensino à distância recomenda-se maior

observância do modelo proposto por Trowbridge, Bybee e Powell (2000). Esse modelo é constituído por quatro fases, designadamente engajamento, exploração, desenvolvimento e generalização e aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKKUS, H.; KADAYIÇI, H.; ATASOY, B. Effectiveness of instruction based on the constructivist approach on understanding chemical equilibrium concepts. **Research in Science & Technological Education**. v. 21, p. 209-227, 2003.

BERTRAND, Y. **Teorias contemporâneas da educação**. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

CABANAS, J.M.Q. **Teoria da educação: concepção antinómica da educação**. Porto: EDIÇÕES ASA, 1995.

CAKIR, M. constructivist approaches to learning in science and their implications for science pedagogy: a literature review. **International Journal of Environmental & Science Education**. v. 3, n. 4, p. 193-206, 2008.

CASTAÑON, G. A. Construtivismo e ciências humanas. **Ciências e Cognição**. v. 5, p. 1-14, 2005.

CLERMONT, A. N. P.; BELL N. Learning processes in social and instructional interactions. In: RICHARDSON, K.; SHELDON, S. (ed.). **Cognitive Development to Adolescence**. London: Open University, 1988. p. 272-278.

CHAN, S. Designing an online class using a constructivist approach. **Journal of Adult Education**. v. 39, n.1, p. 26-39, 2010.

DERRY, S. J. Cognitive schema theory in the constructivist debate. **Educational Psychologist**. v. 31, n. 3/4, p. 163-174, 1996.

DOLUWEERA, D. G. S. K.; BISWAS, P.

- K.; SOMARATNE, S. Academic counselling in student support services in Sri Lanka. **Asian Journal of Distance Education**. v. 10, n. 2, p. 46-53, 2012.
- DOOLITTLE, P. E. Constructivism and online education, 1999. Disponível em: <http://www.tandl.vt.edu/doolittle/tohe/tohe2.html/>.
- DOOLITTLE, P. E.; HICKS, D. Constructivism as a theoretical foundation for the use of technology in social studies. **Theory & Research in Social Education**. v. 31, n. 1, p. 72-104, 2003.
- DRISCOLL, M. P. Psychological foundations of instructional design. In: REISER, R. A. E DEMPSEY J. V. (ed.). **Trends and issues in instructional design and technology**. Upper Saddle River, NJ: PEARSON EDUCATION, 2007. p. 36-44.
- DYKSTRA JR, D. Radical constructivism has an answer – but this answer is not an easy one. constructivist foundations. **Journal of College Teaching & Learning**. v. 6, n. 1, p. 22-30, 2010.
- FINO, C. N. Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**. v. 14, n. 2, p. 273-291, 2001.
- FRASER, B. J.; WALBERG, H. J. **Improving science education**. Chicago: The National Society for the Study of Education, 1995.
- GALLIMORE, R. e THARP, R. O pensamento educativo na sociedade: ensino, escolarização e discurso escrito. In Luis C. Moll (ed.). **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica**. Porto Alegre: ARTES MÉDICAS, 1990. p. 171-199.
- GINSBURG, H. P. Piaget and education: the contributions and limits of genetic epistemology. In: KEN RICHARDSON; SUE SHELDON (ed.). **Cognitive development to adolescent**. London: OPEN UNIVERSITY, 1988. p. 243-259.
- GOUVEIA, V.; VALADARES, J. A aprendizagem em ambientes construtivistas: uma pesquisa relacionada com o tema Ácido-Base. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 9, p. 199-220, 2004.
- GUNSTONE, R. R.; MITCHELL, I. J. Metacognition and conceptual change. In: MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H.; DOVAK, J. D. (ed.). **Teaching science for understanding: a human constructivist view**. New York Academic Press, 1998. p. 133-163.
- HEIN, G. E. H. Constructivist learning theory: the museum and the needs of people, 1991. Disponível em: <http://www.exploratorium.edu/IFI/resource/s/constructivistlearning.html>. Acessado em: 17 de Dezembro de 2004.
- HUGHES, M. What is difficult about learning arithmetic. In: RICHARDSON, K.; SHELDON, S. (ed.). **Cognitive development to adolescence**. London: Open University, 1988. p. 279-296.
- HUITT, W.; HUMMEL, J. Piaget's theory of cognitive development. Educational Psychology Interactive. Valdosta: Valdosta State University, 2003.
- JOHNSON, B. e; MACCLURE, R. **How are our graduates teaching?** looking at the learning environments in our graduates' classrooms, 2000 (A paper presented at the annual meeting of the Association for the Education of Teachers in Science). Disponível em: http://surveylearning.moodle.com/cles/papers/Dryden_Fraser.htm
- LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M. Reflexões críticas sobre as estratégias Instrucionais construtivistas na educação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v.24, p. 1-18, 2002.
- LIANG, L. L.; GABEL, D. L. Effectiveness of a constructivist approach

to science instruction for prospective elementary teachers. **International Journal of Science Education**. v. 27, p. 1143-1162, 2005.

LYNCH, E. J. Constructivism and distance education. Spring: Arizona State University, 1997. Disponível em: <http://seamonkey.ed.asu.edu/~mcisaac/emc703old97/spring97/7/lynch7.htm>. Acessado em: 28 de Junho de 2006.

MERGEL, B. Instructional design and learning theory. University of Saskatchewan, 1998. Disponível em: <http://www.usask.ca/education>.

MORGAN, C.; O' REILLY, M. **Assessing open and distance learners**: London: Kogan Page, 1999.

MICHELETTI, M. J. Conducting a classroom mini-experiment using an audience response system: demonstrating the isolation effect. **Journal of College Teaching & Learning (TLC)**. v. 8, n. 8, p. 1-14, 2011.

MUTIMUCUIO, I. V. **Improving students' understanding of energy. a study of the conceptual development in mozambican first-year university students**. 1998. (Doctoral Dissertation. Vrije Universiteit: Academic Proefschrift, 1998).

NUSSBAUM, J. E.; NOVICK S. Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy. **Instructional Science**. v.11, p.183-200, 1982.

OLIVER, R.; GRANT, M. **Distance education technologies: a review of instructional technologies for distance education and open learning**. Perth: Edith Cowan University, 1994.

OTTEVANGER, W. Teacher support materials as a catalyst for science curriculum implementation in Namibia.

2001. (Doctoral Dissertation. Enschede (NL): Print Partners Ipskamp, 2001).

PAAS, L. Design educacional: abordagens estratégicas para o design de ambientes educacional multimídia, 2001. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disc/tecmc/designedu.html>. Acessado em: 04 de Julho de 2006.

PIAGET, J. **Seis estudos da psicologia**. 24. ed. Geneve: Gonthier, 1964.

REISER, R. A.; DEMPSEY, J. V. **Instructional design and technology**. New York: Upper Saddle River, 2002.

RICHARDSON, V. Constructivist pedagogy. **Teachers' college record**. v. 105, n. 9, p. 1623-1640, 2003.

ROEGIERS, X.; KETELÉ, J. M. **Uma pedagogia da integração: competências e aquisições no ensino**. São Paulo: ARTMED, 2001.

SEBER, G. M. **Piaget: O diálogo com a criança e o desenvolvimento do raciocínio**. São Paulo: SCIPIONE, 1997.

SIMPSON, O. **Supporting Students in Open and Distance Learning**. London: Kogan, 2000.

SULTAN, W. H.; WOODS, P. C.; KOO, A. C. A constructivist approach for digital learning: malaysian schools case study. **Educational Technology & Society**. V. 14, n. 4, p. 149-143, 2011.

TABER, K. S. Constructivism as educational theory: contingency in learning, and optimally guided instruction. In: HASSASKHAH, J. (ed.), **Educational Theory**. New York: Nova, 2011. p. 39-61.

TAYLOR, P. C.; FRASER, B. J. E; WHITE, L. R. **CLES: An instrument for monitoring the development of constructivist learning environments**. Sidneya: Curtin University, 1994. Disponível em:

<http://surveylearning.moodle.com/cles/papers>.

TOVAR, B. *et. al.* Límites del constructivismo pedagógico. **educ. educ. Chia.** v. 9, n. 1, p. 11-31, 2006.

TROWBRIDGE, L. W.; BYBEE, R. W.; POWELL, J. C. **Teaching secondary school science: strategies for developing scientific literacy.** 7. ed. Columbus: Printice Hall, 2000.

TUDGE, J. Vygotsky. A zona de desenvolvimento proximal e a colaboração entre pares: implicações para a prática em sala de aula. In: LUIS C. MOLL (ed.). **Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1990. p.151-168.

VANEY, T. A.; ADAMS, N. B.; ELLIOTT, C. B. Assessment of online learning environments: using the OCLES (20) with graduate level online classes. **Journal of interactive Online Learning.** v. 7, n. 3, p. 165 – 174, 2008.

WHITE, R.; GUNSTONE, R. **Probing Understanding.** london: The Falmer Press, 1992.

WILLIS, B. **Distance Education: strategies and Tools.** New York: Educational Technology Publications, 1994.