



REFLEXÃO SOBRE A INTERDEPENDÊNCIA DOS PROCESSOS DE ENSINO-APRENDIZAGEM E AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE ALUNOS INGRESSANTES DE CURSO DE FÍSICA

REFLEXION ON THE INTERDEPENDENCE OF THE TEACHING-LEARNING PROCESSES AND ASSESSMENT OF FRESHMEN STUDENTS IN PHYSICS COURSE

Sayonara Salvador Cabral da Costa¹

Maria Eulália Pinto Tarragó²

Leonardo Santos³

¹PUCRS- Faculdade de Física, sayonara@puers.br

²PUCRS- Faculdade de Física, eulaliap@puers.br

³PUCRS- Faculdade de Física, bolsista de IC, leoh.csantos@hotmail.com

Resumo

Este trabalho faz parte de um projeto que vem sendo desenvolvido desde 2006, com o objetivo de diminuir a evasão nos primeiros semestres do curso de Física de uma universidade particular. Ao longo desse período, as reprovações nessas disciplinas são motivos de preocupação, pois constituem um motivo forte para a desistência, principalmente em uma universidade privada. Atrás dos problemas sócio-econômicos, a desmotivação causada pelas dificuldades de acompanhar as exigências cognitivas do curso constitui-se na segunda causa de abandono. Essa constatação indica a necessidade de uma reflexão-ação na relação entre o ensino, a aprendizagem e a avaliação dos alunos. Por isso, apresenta-se uma metodologia desenvolvida em uma disciplina de primeiro semestre do curso de Física, Fundamentos de Física, enfocando principalmente os instrumentos de avaliação utilizados e os resultados parciais de avaliação dos calouros, sob a perspectiva de uma avaliação diagnóstica e mediadora.

Palavras-chave: Avaliação. Ensino e aprendizagem de Física. Calouros. Curso de Física. Evasão.

This work is part of a project being developed since 2006 with the aim of reducing the dropout in the first semester course in physics for a private university. During this period, the failures in these disciplines are reasons for concern, because they constitute a strong reason for withdrawal, especially in a private university. Behind the socio-economic problems, the disincentive caused by the difficulties of monitoring the cognitive demands of the course is on the second cause of abandonment. This finding indicates the need for an

action-reflection on the relationship between teaching, learning and assessment of students. Therefore, it is presented a methodology developed in a discipline of the first half of the course in Physics, Fundamentals of Physics, focusing mainly the instruments of assessment used and the partial results of evaluation of freshmen students, from the perspective of a diagnostic evaluation and mediator.

Keywords: Evaluation. teaching and learning. Freshmen Students. Physics Course. Evasion.

INTRODUÇÃO

A questão da evasão e permanência nos Cursos de Física é tema recorrente nas universidades brasileiras. As altas taxas de desistências para esse curso é um problema para as instituições de nível superior e para o país, principalmente se levarmos em conta os cursos de licenciatura. Segundo dados oficiais (BRASIL, 2007, p. 11) “de acordo com a Confederação Nacional dos Trabalhadores em Educação (CNTE), o Brasil corre sério risco de ficar sem professores de Ensino Médio na rede pública na próxima década”.

Um estudo de 1997 realizado pela Comissão Especial de Estudos sobre a Evasão nas Universidades Públicas Brasileiras, numa parceria entre o MEC e o Fórum de Pró-Reitores de Graduação (Forgrad), mostrou o elevado percentual de evasão nas licenciaturas; em especial, em Física era de 65%, só ultrapassada pelo da licenciatura em Química, de 75%. Apesar do tempo, nada mudou de lá para cá. Entre os principais fatores apontados estão as repetências sucessivas e falta de recurso para se manter, mesmo numa universidade pública (HINGEL et al., 2007).

No ano de 2005, ano Mundial da Física, em um evento organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e pelo Ministério da Educação (MEC) esse tema foi novamente discutido (UNB, 2005). Para ilustrar, na UnB, entre 1998 e 2003, a evasão dos alunos do curso de Física foi de 72,3% e na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), entre 1993 e 2000, “dos 500 alunos que se matricularam, apenas 100 estudantes concluíram o curso” (UNB, 2005). Na Unicamp, esse problema também está sendo avaliado: os cursos com maior percentual de evasão são os de Física (14,32%), Matemática (10,63%), Ciências Humanas (9,33%), Letras e Linguística (8,02%) e Química (7,43%) (UNICAMP, 2004). O censo escolar de 2005 (INEP, 2005), por outro lado, revela um baixíssimo percentual de professores com formação inicial na disciplina em que atuam; em Física, é de 9%!

Não é para menos que o tema suscite investigações na área de ensino de Física. Arruda e Ueno (2003) realizaram uma análise em que os cálculos sobre as taxas de evasão e terminalidade no curso de Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL), entre 1992 e 2001, produziram números alarmantes, principalmente relacionados com a licenciatura. Posteriormente (ARRUDA et al., 2006) foi utilizada nova metodologia de pesquisa sobre o cálculo das taxas de evasão, com dados entre 1996 e 2004, no qual o curso de Física apresentou maior índice de evasão considerando os cursos de Física, Matemática, Biologia e Química, também na UEL. Os dados indicaram que os alunos de Física eram os mais inseguros quanto ao futuro profissional.

Gómez e Moura (2008) acompanharam uma turma do curso de licenciatura do CEFET-RN e identificaram que uma das principais causas da evasão é a dificuldade de

conciliar trabalho e estudo; quando os autores perguntaram “qual a principal causa da sua evasão” as respostas indicaram questões socioeconômicas e pessoais.

Um questionário aplicado aos alunos sobre a possibilidade de saída do curso de Física (PEREIRA; LIMA, 2007), na Universidade Federal do Maranhão, apontou: 1) dificuldades em conciliar trabalho e estudo; (2) frustração das expectativas com o Curso; (3) exigência de dedicação exclusiva ao curso, incompatível com necessidades profissionais, familiares e pessoais; e (4) decepção com a Universidade. Andriola et al. (2006) questionaram estudantes dos cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará sobre os motivos que os levaram ao abandono dos cursos ou das carreiras universitárias. Os principais fatores apresentados foram: incompatibilidade entre horários de trabalho e estudo, aspectos familiares e desmotivação com os estudos. Por outro lado, os docentes dessa Universidade foram entrevistados e mencionaram a necessidade de se resgatar a função do Professor Orientador, permitindo aos aprendizes universitários um acompanhamento mais sistemático, tendo como objetivo combater as reprovações e evasões.

No caso de uma investigação promovida com o Ensino Médio, por Papalardo e Abib (2007), os professores destacaram como fatores responsáveis pelas dificuldades dos alunos, além da indisciplina muitas vezes generalizada, a falta de conhecimentos de matemática, as dificuldades de interpretação de problemas e exercícios, a extensão dos programas, a falta de recursos didáticos das escolas e o desinteresse pelos assuntos tratados. As autoras constataram que a disciplina e a participação dos alunos em sala de aula possivelmente estariam relacionadas com as atitudes éticas e afetivas da professora com relação a eles, embora também concordem que ainda que houvesse ótimo relacionamento da professora com os alunos, esse aspecto sozinho não garantiria a ocorrência de uma aprendizagem significativa (segundo a teoria de Ausubel).

No Curso de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), o percentual de evasão e os motivos apontados pelos alunos não é muito diferente daqueles recém citados. Tendo em vista uma ação para reverter este quadro, desde 2006, estamos empenhados em um projeto cujo foco são as disciplinas iniciais do curso de Física, comuns às habilitações de Licenciatura e Bacharelado em Física Médica. Ainda que não se perceba diferença significativa na taxa de evasão neste período, as reprovações nessas disciplinas são motivos de preocupação, pois constituem um motivo forte para a desistência. Ao mesmo tempo, as investigações feitas até agora permitiram identificar como principais razões de evasão os problemas sócio-econômicos, desmotivação causada pelas dificuldades de acompanhar as exigências cognitivas do curso e decepção frente às expectativas com respeito ao curso. Por outro lado, o índice de reprovação nos primeiros semestres aponta para uma reflexão na relação entre o ensino, a aprendizagem e os instrumentos de avaliação utilizados.

A preocupação com as disciplinas iniciais do curso também foi tema do trabalho de Tuyarot e Tagliati (2008) que, desde 2001, têm promovido um ambiente de engajamento interativo na disciplina Física I da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), o que tem melhorado o desempenho dos alunos. Uma das ferramentas utilizadas são atividades dos *Tutorials in Introductory Physics* (McDERMOTT, 1998) para confrontar os alunos com os próprios pré-conceitos. Essa mudança foi motivada pela imaturidade que muitos alunos apresentavam no que diz respeito ao uso dos conceitos que são supostos como conhecimentos básicos para a compreensão de conteúdos matemáticos e o desenvolvimento e aplicação posterior em várias áreas, em particular na Física. Como o modelo de ensino

proposto incentiva uma participação ativa do estudante, deixando para o professor o papel de moderador nas discussões, o engajamento interativo melhorou notoriamente o desempenho dos alunos. Os autores perceberam um ganho conceitual por parte dos alunos em relação à compreensão dos conceitos físicos, e o professor pôde detectar alunos que apresentavam mais dificuldades, atraindo-os para as discussões.

Apesar de já termos investido na questão metodológica (TARRAGÓ; COSTA, 2006; CAMPOS; COSTA; LAGRECA, 2007; 2008), nossa experiência tem revelado a necessidade de uma atenção especial para o aluno que ingressa na universidade, especialmente, no curso de Física. O primeiro semestre na universidade já é difícil por constituir-se em uma mudança de paradigma: da escola para a universidade. E o curso de Física, tradicionalmente, não está entre os cursos para os quais esse caminho é facilitado. Nessa oportunidade, estamos apresentando uma investigação preliminar que focaliza os resultados das primeiras avaliações que estão sendo conduzidas na disciplina de Fundamentos de Física, que, por hipótese nossa, pretende ser uma disciplina motivadora e singular, relativa às demais disciplinas do currículo do curso de Física.

Em ambientes formais de ensino, como o que estamos nos referindo, a avaliação pode ser vista como um dos elementos do tripé formado pelo ensino e pela aprendizagem.

Dependendo da posição epistemológica assumida ou do conhecimento de senso comum por quem a usa, o processo de avaliação pode significar um juízo conclusivo realizado ao final de uma etapa, um diagnóstico parcial e passível de re-encaminhamentos ou como atividade mediadora do processo de ensino-aprendizagem. (GRILLO, 2003).

A primeira concepção é coerente com a visão de ensino centrada no professor, enquanto as duas últimas alicerçam-se na relação professor, aluno e conhecimento.

Segundo Grillo (op. cit.), a avaliação como *diagnóstico* tem a intenção de identificar o patamar em que se encontra a aprendizagem do aluno e as conseqüentes medidas a serem tomadas a partir dessa constatação. Hoffman (1993) considera a avaliação *mediadora* como aquela que acontece entre uma etapa de construção de conhecimento do aluno e outra etapa de evolução conceitual, de produção de conhecimento mais complexo e abrangente.

Neste trabalho, pretendemos compartilhar a metodologia desenvolvida em uma disciplina de 1º semestre do curso de Física, Fundamentos de Física, enfocando principalmente os resultados parciais de avaliação dos alunos calouros, sob a perspectiva de uma avaliação diagnóstica e mediadora.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para embasar essa investigação, buscamos a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, Novak e Gowin (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980) por ser uma teoria de aprendizagem para a sala de aula, de aquisição de corpos organizados de conhecimento em situação formal de ensino, junto com a teoria psicológica da representação da conceitualização do real, a teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (1993, MOREIRA, 2002; COSTA, 2005).

Ausubel et al. (1980) enfatizam que a aprendizagem significativa representa um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira não arbitrária e substantiva a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz. Isto é, através desse processo, a nova informação interage com um conhecimento específico preexistente na estrutura cognitiva do indivíduo, o que Ausubel chama de "subsunção". Novas idéias, conceitos e proposições podem ser aprendidos significativamente na medida em que outras

idéias, conceitos e proposições relevantes estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do aprendiz e sirvam como um ponto de partida para os primeiros.

Entretanto, o processo cognitivo não se restringe apenas à influência direta do que é aprendido de forma significativa, mas abrange também modificações significativas do conhecimento preexistente na estrutura cognitiva devido à influência de novos conhecimentos. Na verdade, o que ocorre é um processo de interação no qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo material servindo como ancoradouro, incorporando-o e assimilando-o, porém, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem (MOREIRA, 1999).

No estudo da Física, assim como em outras disciplinas, a *simples* memorização, por exemplo, de fórmulas, leis e conceitos, pode ser tomada como o que Ausubel chama de *aprendizagem mecânica* ou *automática*, na qual o aluno "aprende" novas informações sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, os subsunçores. Isso acontece com o conceito de velocidade média, por exemplo, que o aluno expressa por $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, o que não significa que ele tenha apreendido o conceito do que isso representa.

De certa forma, a aprendizagem mecânica não se processa sem que algum tipo de conhecimento prévio por parte do aluno se manifeste, porém, não no sentido de interação, como na aprendizagem significativa. Ausubel não apresenta os dois tipos de aprendizagem citadas acima como sendo dicotômicas e sim como sendo um *continuum*, pois certas situações, como a simples memorização de fórmulas e conceitos (aprendizagem mecânica) acabam por desencadear a aprendizagem das relações entre esses conceitos (aprendizagem significativa).

Como condições para promover uma aprendizagem significativa, Ausubel e parceiros (AUSUBEL et. Al., 1980, MOREIRA, 1999) propõem: a identificação do conhecimento prévio do aluno, o uso de materiais potencialmente significativos para trabalhar esse conhecimento e a pré-disposição do aluno para aprender.

Ausubel et al (1980) sugerem que o professor, ao organizar o ensino, deverá proporcionar a *diferenciação progressiva* (idéias mais gerais e inclusivas devem ser apresentadas no início da instrução e progressivamente diferenciadas através de detalhes e especificidades) e a *reconciliação integrativa* (explorar relações entre conceitos e proposições, prestando atenção em aspectos similares e/ou diferenças que permitam reconciliar inconsistências reais ou aparentes). Para promover esses dois processos, os autores sugerem a utilização de organizadores prévios. Por exemplo, para a promoção da diferenciação progressiva a sugestão é de que tanto os conteúdos quanto as unidades de ensino estejam hierarquizadas, em ordem decrescente de inclusividade. Para a promoção da reconciliação integrativa, os organizadores prévios podem auxiliar o aprendiz a diagnosticar as relações entre as idéias que ele já tem na sua estrutura cognitiva e as idéias a serem aprendidas. Instrumentos propostos por essa teoria são os mapas conceituais e os diagramas vê.

A Teoria dos Campos Conceituais de Vergnaud (TCC) complementa a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) quando investiga os processos de aprendizagem baseados na conceitualização.

Então, o que se entende por conceito na teoria dos campos conceituais? Vergnaud os define como um triplete de três conjuntos (1993, p.8), representado por $C = (S, I, R)$, onde S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito. Tais situações formam o

referente do conceito; *I* é um conjunto de invariantes (objetos, propriedades e relações) que podem ser reconhecidos pelos sujeitos para analisar e dominar as situações do primeiro conjunto; constitui o *significado* do conceito; *R* é um conjunto de representações simbólicas (linguagem natural, gráficos, diagramas, sentenças formais, entre outros) que servem para representar de forma explícita o significado do conceito. Estas representações são o *significante* do conceito.

Como já foi citado, as *situações* é que dão sentido ao conceito (Barais e Vergnaud,, 1990, p. 78): um *conceito* torna-se significativo por meio de uma variedade de *situações*, mas o sentido não está nas situações em si, nem nas palavras, nem nos símbolos; o sentido é uma relação do sujeito com a *situação* e com os *significantes*. Na verdade, são os *esquemas*, ou seja, os comportamentos e sua organização, evocados no sujeito por uma situação ou por um significante (representação simbólica) que constituem o sentido dessa situação ou desse significante para o indivíduo (1993, p.18).

METODOLOGIA

A disciplina de Fundamentos de Física, de 4 créditos, divididos em dois encontros semanais de 2 períodos, vem sendo ministrada pela segunda autora desde o início do projeto já mencionado. Neste primeiro semestre de 2009, há dezenove alunos cursando-a. Entre seus vários objetivos, um é o de complementar a disciplina Física Geral Experimental I, desenvolvida também no primeiro semestre do curso. Na sua ementa, encontramos: Grandezas físicas e sistema internacional de unidades. Medidas físicas. Escalas. Estudo dos Fluidos. Gravitação e Movimento dos Planetas. Esses temas são discutidos tendo como base as teorias da aprendizagem significativa de Ausubel e Moreira e dos campos Conceituais de Vergnaud, portanto, enfatizando a conceitualização e a diversificação metodológica; além disso, a disciplina é desenvolvida de forma a tratar a Ciência e, em particular, a Física como uma construção humana sempre inacabada e passível de ser criticada, revisada e melhorada.

Uma das particularidades da disciplina é não usar livro-texto. Optou-se por usar textos construídos especificamente para o desenvolvimento das aulas, algumas vezes tratados como *organizadores prévios*, para suprir a falta de *subsunções*, segundo a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel; eventualmente, são utilizados também textos de periódicos e citações de livros ou de textos disponíveis em sites. Nesta edição da disciplina, os alunos dispõem previamente de apostilas com a descrição dos conteúdos, das tarefas que serão trabalhados em sala de aula e com referências para leituras adicionais. Constatou-se que, neste sentido, houve uma melhora na qualidade do material apresentado pelo professor ao longo do período em que o projeto vem acontecendo, pois tais apostilas foram elaboradas a partir da reformulação de materiais e métodos trabalhados previamente com os alunos.

A disciplina foi iniciada, neste ano de 2009, com a apresentação e discussão de algumas características da Ciência, destacando-se: “que a Física nos mostra, com frequência, que a ciência parece contradizer o senso comum, não estando relacionada com fatos aparentemente óbvios. Além disso, as ferramentas tecnológicas desenvolvidas a partir dos resultados da Ciência auxiliam para investigar aspectos da natureza que, sem elas, passariam despercebidos. Portanto, como preconiza Chalmers (1993), é preciso educar o olhar para ver.” O professor claramente percebeu que esta abordagem facilitou as futuras

discussões quando se confrontaram as concepções prévias dos alunos com as concepções científicas.

Ao mesmo tempo em que se trabalham conteúdos específicos básicos, como conceito de tempo e de espaço e a notação científica, há a preocupação de proporcionar uma visão mais geral da Física, comentando-se sobre suas principais teorias, embora superficialmente. Para ilustrar, comentou-se, em diversos momentos, sobre as duas teorias mais importantes da Física, a Teoria Geral da Relatividade (TGR) e Mecânica Quântica (MQ). Aspectos históricos são discutidos, o que suscita interesse e motivação dos alunos, criando-se o elo para introduzir as unidades de Planck e, por meio delas, trabalharam-se (novamente) as operações com notação científica, ordens de grandeza e compararam-se grandezas. Justamente, o principal papel dessa disciplina é extrapolar o conteúdo específico de Física e integrar discussões que serão objeto de muitas outras disciplinas do curso, só que mais profundamente enfocados.

Quanto às avaliações, foi combinado, no início do semestre, que tipos de avaliações escritas seriam feitas; avaliações em duplas e com consultas (denominadas testes), antes da avaliação individual escrita. Nesse sentido, o caráter diagnóstico da avaliação está sendo contemplado: os alunos têm acesso aos resultados desses testes antes de se submeterem às provas individuais, o que permite não só uma retomada das concepções equivocadas, como uma diminuição do impacto que uma prova escrita gera em alguns alunos. Por outro lado, a discussão nas duplas para a elaboração das respostas auxilia a interação entre os alunos, além de contribuir para trazer ao grupo um ou outro aluno mais reticente à participação nas aulas.

As primeiras duas avaliações serão discutidas neste espaço: o teste e a avaliação subsequente. Sobre esses instrumentos, é importante ressaltar que as questões formuladas têm características inovadoras, tanto para os alunos, quanto para o curso que desenvolverão. Apresenta-se, como exemplo, uma das questões formuladas no teste 1:

“O Grande Colisor de Hádrons, o “LHC” (da sigla em inglês), instalado em um túnel subterrâneo entre a França e a Suíça, é o maior acelerador e colisor de partículas já construído. Quando ele entrar em funcionamento (previsto para o final de 2009), será possível criar uma condição onde exista (mesmo que seja por um instante) muitíssima massa para pequeníssimo volume. Alguns (poucos) cientistas temem tal experimento, pois tal condição será semelhante à dos buracos negros. Por outro lado, vimos que a ordem de grandeza da massa de Planck é 10^{-5} g e que a massa de Planck significa a maior massa que uma partícula pode ter sem que ela se torne um buraco negro. Por que, por exemplo, as células biológicas podem apresentar uma massa maior do que 10^{-5} g sem correr o risco de tornarem-se um buraco negro? Qual a grandeza física que está em jogo?”

As respostas desse teste foram analisadas e criadas categorias para que pudéssemos entender as operações de conhecimento dos alunos. O resultado, especificamente para essa questão, apontou para os seguintes aspectos: I) respostas coincidentes com a concepção científica (3 grupos); II) respostas que se aproximaram da concepção científica, mas cuja construção poderia ser reformulada, para que o pensamento da dupla fosse melhor expresso (6 grupos). O Quadro 1 registra algumas das respostas das duplas.

Quadro 1. Algumas respostas dos grupos à primeira questão do Teste 1.

Categorias	Exemplos de respostas
I	“O que ocorre é que as células biológicas possuem um volume muito maior que a partícula em questão. A grandeza física que esta em jogo é a massa específica dada em kg/m^3 ”.
II	<p>“Em função de que as células apresentam um volume considerável a sua massa específica, não formando um buraco negro. $D = m/v$ (densidade)”.</p> <p>“Uma partícula tem a massa e um volume muito pequenos e a célula, embora tendo sua massa muito pequena, o volume é bem maior que o volume da partícula.”</p> <p>“Que as massas sejam de matéria e densidade diferentes. A ordem de grandeza física que está em jogo é a ordem de grandeza de massa”.</p> <p>“A diferença pra que uma célula biológica não se torne um buraco negro é que ela ocupa um volume maior no espaço do que um átomo, por isso que ela pode apresentar uma massa maior do que 10^{-5}g. O volume é a grandeza física que faz toda a diferença neste caso”.</p>

Percebe-se, através das respostas, uma característica própria de novatos em questões desse tipo, de natureza conceitual. Para uma primeira avaliação, deve-se levar em conta tanto a característica de limitação de compreensão de um enunciado como o de desenvolver uma resposta com argumentos convincentes. Percebe-se nos exemplos da segunda categoria que faltou uma conclusão para as premissas evidenciadas. O último exemplo dessa categoria retrata uma situação que demonstra a não compreensão ou interpretação do enunciado, fator esse muito presente nas avaliações escritas.

Escolhemos uma questão da primeira prova que tivesse relação com a do teste, recém discutida, para trazer a esse fórum, com as respectivas categorias identificadas:

“Uma das diferenças entre a física clássica e a física quântica é a ordem de grandeza das massas envolvidas. Na física quântica, trabalhamos com massas da ordem da massa do elétron, cujo valor é $9,11 \times 10^{-31}\text{kg}$. Para massas muito maiores do que a massa do elétron, por exemplo, 100g , a física clássica é a escolhida. Quantas ordens de grandeza a massa de 100g é maior do que a massa do elétron?”

Desta vez, dos 19 alunos presentes, sete deles completaram a questão satisfatoriamente, indicando a relação pretendida. As demais categorias estão indicadas e exemplificadas no Quadro 2.

Quadro 2. Categorias e respectivos nº de alunos com exemplos.

Categorias (número de alunos = 12)	Exemplos
Representação incorreta da ordem de grandeza da massa do elétron/ inclusão de unidade para a razão (4).	$\frac{mq}{me} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}{1 \cdot 10^{-1} \text{ kg}} \rightarrow mq \text{ é } 10^{-30} \text{ vezes menos que a me.}$ <p>A massa de 100g é 10^{30} vezes maior do que a massa do elétron.</p> <hr/> $\frac{10^{-1} \text{ kg}}{10^{32} \text{ kg}} = 10^{31} \text{ kg}$ <p>Ordem de grandeza do elétron = 10^{-32} kg</p>
Não uniformidade das unidades de medida (3)	$100 \text{ g} = 1 \cdot 10^2$ $9,11 \cdot 10^{-31}$ $\frac{10^2}{9,11 \cdot 10^{-31}} = 1,097 \cdot 10^{32}$
Emissão de resposta incorreta sem argumentação (5)	A massa de 100g é 31 ordens de grandeza maior que a massa do elétron.

As categorias disponíveis no Quadro 2 revelam erros mais corriqueiros no ensino de Física, envolvendo interpretações matemáticas. O objetivo das apresentações das categorias tanto no Quadro 1 como no 2 foi mostrar a relevância de uma discussão posterior à realização de avaliações para que sejam discutidas as causas de notas baixas verificadas nessas avaliações.

Após a realização da primeira prova, os alunos foram solicitados a responder à seguinte questão: *O resultado da avaliação da P1 foi de acordo com minha expectativa? Foi de acordo com o que estudei?* As respostas dos alunos foram agrupadas em três categorias:

I. O estudo

“Não, não fui bem, realmente não fui bem. Esperava acertar no mínimo 80% da prova pois estudei e estava ciente de todas as questões aplicadas na prova, o mal resultado provavelmente foi a falta de concentração e invenção de novos meios para resolver.”

“Apesar de ter estudado antes da prova, estudado o suficiente para acreditar que me sairia bem, baseado no cronograma semestral da matéria, fui mal. A partir da correção em aula, achei a nota justa, apesar dos pesares.”

“Não. Eu esperava tirar um 8,0 porque estudei bastante. Fiz os exercícios.”

.II. A falta de atenção

“A prova estava abrangendo todo o conteúdo dado e aula. Esperava gabaritar a prova, pois ela estava num nível regular. Contudo, não tive um bom desempenho, fiz em todas as questões o desenvolvimento correto, mas no final errava algum detalhe. Estudei razoavelmente, mas o grande problema foi a falta de atenção.”

“A prova não foi fácil e nem difícil, acredito que foi mediana; Eu não fui melhor por falta de atenção.”

“Não, não fui bem, realmente não fui bem. Esperava acertar no mínimo 80% da prova pois estudei e estava ciente de todas as questões aplicadas na prova, o mal resultado provavelmente foi a falta de concentração e invenção de novos meios para resolver.”

III. A falta de tempo para estudar

“Não tenho estudado o suficiente para conseguir ter mais facilidade e conseqüentemente ir bem na prova. Achei a prova de um nível bastante acessível porem não estava preparada o suficiente para ela.”

“Realmente não estudei, preciso me organizar para ter um tempo extra classe em casa para estudar. Apesar de o trabalho tomar todo o meu tempo.”

“A nota da prova foi o que esperava, pois tive pouco tempo para estudar e não consegui me concentrar na hora da prova devido ao cansaço pois, trabalhei o fim de semana todo.”

As respostas dos alunos expõem suas fragilidades quanto ao significado que atribuem ao processo de “estudar”. Considera-se que o grande problema seja como eles fazem essa atividade. Nenhum dos dezenove alunos referiu-se a dificuldades de aprendizado, preferindo interpretar como “falta de atenção” aos equívocos cometidos na resolução das questões da prova. Essa constatação fez com que fossem discutidos em aulas formas de organizar os novos conhecimentos para favorecer a aprendizagem; uma delas foi a ferramenta conhecida como mapa conceitual (MOREIRA, 1999). Para a segunda avaliação, os alunos já desenvolveram mapas conceituais dos textos referentes ao conteúdo da mesma, mas essa discussão será objeto da continuidade do trabalho ora desenvolvido e que, provavelmente, estará concluído na ocasião do VII ENPEC.

CONCLUSÃO

O que se pretendeu discutir nesse trabalho foi a interdependência entre os processos de ensino e aprendizagem e a avaliação dos alunos em situação formal de aprendizagem. Dentro do projeto visando a permanência dos alunos em cursos de relativa dificuldade conceitual, como é o caso da Física, percebemos que é imprescindível a atenção do professor-pesquisador para esses aspectos, pois é possível que “perca-se” alunos por fatores que podem e devem ser discutidos em sala de aula: desde as percepções dos próprios alunos como estão participando das disciplinas em que estão matriculados, dificuldades de

compreensão, que pode envolver tanto a metodologia do professor como a forma de o aluno construir o seu conhecimento, identificação das dificuldades do aluno (através dos instrumentos de avaliação) e investigações de suas causas. Nesse ponto destacamos a avaliação mediadora, preconizada na introdução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLA W.B.; ANDRIOLA, C.G.; MOURA, C.P. Opiniões de Docentes e de Coordenadores Acerca do Fenômeno da Evasão Discente dos Cursos de Graduação da Universidade Federal do Ceará (UFC). *Ensaio: avaliação Políticas Públicas Educacionais*. Rio de Janeiro, v.14, n. 52, p. 365-382, jul./set. 2006.

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARAIS, A.W.; VERGNAUD, G. Students' conceptions in physics and mathematics: biases and helps. In CAVERNI, J.P.; FABRE, J.M.; GONZALEZ, M. (Eds.). *Cognitive biases*. North Holland: Elsevier Science Publishers, 1990. p. 69-84.

BRASIL. Ministério da educação. Conselho Nacional de Educação. Secretaria de Educação Básica. Escassez de professores no Ensino Médio: Propostas estruturais e emergenciais. Brasília, p.11, 2007. Disponível em: http://www.senado.gov.br/web/comissoes/CE/AP/PDE/AP_03_CNE.pdf. Acesso em: 12 dez. 2008.

CAMPOS, R.C. de ; COSTA, S. S. C. LAGRECA, M.C.B. Mudança metodológica para facilitar os processos de Ensino e Aprendizagem em disciplinas do currículo básico de Física – parte 2. *Anais IX Salão de Iniciação Científica*, Porto Alegre, PUCRS, 2008.

CHALMERS, A. F. *O que é a ciência afinal?* São Paulo; Brasiliense, 1993.

COSTA, S.S.C. da. Modelos Mentais e Resolução de Problemas em Física. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. *Tese de doutorado*, 2005.

GOMES, F.; MOURA, D. Investigando as Causas da Evasão na Licenciatura em Física do CEFET-RN. Apresentado no *XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XI EPEF)*, Curitiba, 21 a 24 out. 2008.

GRILL, M. Por que falar ainda em avaliação. In; ENRICONE, D; GLILLO, M. (Org.). **Avaliação: uma discussão em aberto**. 2 ed. rev. ampl. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.

HOFFMAN, J. (1993). **Avaliação mediadora**: uma prática em construção da pré-escola à universidade. Porto Alegre: Educação e Realidade, 1993.

McDERMOTT, L.C.; SHAFFER, Shaffer, *Physics Education Group of the Department of Physics*,. University of Washington, *Tutorials in Introductory Physics* (Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1998. Preliminary edition.

MOREIRA, M.A. *Aprendizagem Significativa*. Brasília: UnB, 1999. 129p.

MOREIRA, M.A. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 7-29, março 2002. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/ienci>.

PAPALARDO, S.P.T.; ADIB, M.L. S. Interações, Afetividades e Aprendizagem em aulas de Física. *Anais do Simpósio Nacional de Ensino de Física (XVII SNEF)*, São Luis, 29 jan a 02 fev. 2007.

PEREIRA, L.J.M.; LIMA, M.C.A. Evasão no Curso de Física da UFMA nos Primeiros Períodos do Curso. *Anais do XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física – (XVII SNEF)*, São Luis, 29 jan. a 02 fev. 2007

TARRAGO, M. E. P.; COSTA, S.S.C.. Investigando Estilos de Aprendizagem em Disciplina Introdutória de Curso de Física. *Anais do II Encontro Estadual de Ensino de Física –RS*, Porto Alegre, 13 a 15 set. 2007.

TUYAROT, D. E.; TAGLIAT, J. R. Engajamento interativo e maturidade dos alunos no curso de Física Básica. *Anais do X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (X EPEF)*, Londina, 15 a 19 ago. 2006.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. Ciência e Tecnologia. SECOM: Ensino de Física: Reflexões. Workshop organizado pela Sociedade Brasileira de Física (SBF) e pelo Ministério da Educação (MEC). Disponível em: <http://www.unb.br/acs/unbagencia/ag0805-29.htm>. Acesso em 05 janeiro de 2007.

UNIVERSIDADE DE CAMPINAS. Disponível em: http://www.unicamp.br/unicamp/canal_aberto/clipping/outubro2004/. Acesso em 05 janeiro de 2007.

VERGNAUD, G. Teoria dos campos conceituais. In Nasser, L. (Ed.) *Anais do 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro*. p. 1-26, 1993.

VIEIRA, R.; COSTA, S.S.C.; LAGRECA, M.C.B. Mudança metodológica para facilitar os processos de Ensino e Aprendizagem em disciplinas do currículo básico de Física - parte 1. *Anais VIII Salão de Iniciação Científica, Porto Alegre, PUCRS, 2007*.