



Pesquisa e Educação na Contemporaneidade: Perspectivas Teórico-Methodológicas  
Caruaru, 13 e 14 de setembro de 2012

Eixo Temático 3. Currículo, Ensino, Aprendizagem e Avaliação

## **ILHAS DE RACIONALIDADE E AVALIAÇÃO FORMATIVA: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE CINEMÁTICA**

**Edla Carine Pessoa Marinho – UFPE**

**Thathawanna Tenório Aires – UFPE**

**RESUMO:** No cenário de um mundo globalizado e tecnológico, impõe-se como condição *sine qua non* para o desenvolvimento econômico e social da nação, que a Educação Científica, recebida pela população na Educação Básica, propicie aos jovens e crianças a compreensão desse mundo tecnocientífico, a capacidade de discuti-lo e tomar decisões cientificamente embasadas em sua vida cotidiana e em sua vida em sociedade. Para tanto, é necessário que os currículos e a metodologia em sala de aula sejam atualizados. A aprendizagem baseada em projetos se organiza em torno de tarefas complexas, que visam envolver o estudante na resolução de questões ou problemas desafiadores, de forma a conduzi-lo a atividades investigativas, dando-lhe a oportunidade de trabalhar autonomamente e de desenvolver a tomada de decisão. Com essa preocupação, o presente artigo relata o processo de elaboração, a ação e os resultados advindos do desafio de aliar a metodologia de Ilhas de Racionalidade, com a proposta de utilização do portfólio para o acompanhamento da aprendizagem, em um projeto de intervenção para o ensino de cinemática.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ilhas de Racionalidade, Avaliação Formativa, Portfólio, Mapas Conceituais, Cinemática.

### **INTRODUÇÃO**

Há uma vasta literatura disponível no mundo acadêmico que explora os prejuízos ao desenvolvimento de uma nação, advindos de uma educação básica de má qualidade e, nas últimas décadas, os estudos têm se aprofundado em discutir a impossibilidade de crescimento e desenvolvimento econômico e tecnológico sustentável para uma nação cujos índices de aprendizagem em Educação Científica são sofríveis (SCHWARTZMAN & CHRISTOPHE, 2012; WERTHEIM & CUNHA, 2005; ZANCAN, 2000).

Infelizmente, esse é o caso do Brasil, que culturalmente investe na educação por meio de políticas de Governo e não de Estado, fazendo com que a Educação seja um dos setores mais atingidos por ausência de projetos estruturantes de médio e longo prazo. Esse fato é facilmente observável pelos resultados obtidos pelos estudantes brasileiros nas últimas 4 edições (2000, 2003, 2006 e 2009) do PISA (Programme for International Student Assessment), bem inferiores ao desejado, ou seja, em média, os alunos brasileiros estão no nível 1 (Tabela 1), no qual os estudantes têm limitado conhecimento científico, de forma tal que só conseguem aplicá-lo em algumas poucas situações familiares (OECD, 2010).

Tabela 1 - Quadro comparativo dos resultados do Brasil no PISA desde 2000 (INEP, 2011)

	<b>PISA 2000</b>	<b>PISA 2003</b>	<b>PISA 2006</b>	<b>PISA 2009</b>
<b>Alunos participantes</b>	4.893	4.452	9.295	20.127
<b>Leitura</b>	396	403	393	412
<b>Matemática</b>	334	356	370	386
<b>Ciências*</b>	375	390	390	405

\*O limite inferior do nível 2 é 409,5 (OECD, 2010)

Essa incapacidade de conhecer, compreender e discutir ciência coloca o indivíduo em uma situação extremamente vulnerável frente a um mundo absolutamente científico e tecnológico, fragilizando não apenas a sua vida e carreira pessoal, mas, também a sua contribuição consciente nas tomadas de decisão na sociedade. Desta forma, a ausência de uma Educação Científica de qualidade leva o país a um enorme desperdício de potencial humano, que culmina com um país tecnologicamente dependente, economicamente pobre e socialmente desequilibrado.

Por outro lado, a preocupação em qualificar a educação científica no país, está claramente documentada por meio dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002), onde se destaca a necessária articulação entre as disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática para a promoção das competências gerais que articulem conhecimentos, como a investigação e compreensão de diferentes processos naturais. Para tal, sugere-se uma mudança na forma de abordar o ensino de ciências, ou seja, dar menos ênfase à lista dos tópicos a ser ensinada, e concentrar atenção nas competências que se deseja promover.

Entretanto, competências e habilidades somente podem ser desenvolvidas em torno de assuntos e problemas concretos, que se referem a conhecimentos e temas de

estudo. Desta forma, os PCN para o ensino de ciências enfatizam que se devem levar em conta os processos e fenômenos de maior relevância no mundo contemporâneo, além de procurar cobrir diferentes campos de fenômenos e diferentes formas de abordagem, privilegiando as características mais essenciais que dão consistência ao saber científico e permitem um olhar investigativo sobre o mundo real (BRASIL, 2002).

Portanto, a fim de enfatizar os objetivos formativos e promover competências, é imprescindível que os conhecimentos se apresentem como desafios cuja solução, por parte dos alunos, envolva a mobilização de recursos cognitivos, investimento pessoal e perseverança para uma tomada de decisão. Nessas circunstâncias, importa o desenvolvimento de atividades que solicitem dos alunos várias habilidades, entre elas, o estabelecimento de conexões entre conceitos e conhecimentos tecnológicos, o desenvolvimento do espírito de cooperação, de solidariedade e de responsabilidade (KAWAMURA & HOSOUME, 2011).

De acordo com Bereiter e Scardamalia (1999) metodologias participativas de ensino do tipo Aprendizagem Baseada em Problema ou Projeto (PBL) propiciam uma melhor aquisição de conhecimento, principalmente, por envolver os alunos nas decisões referentes à aprendizagem, submetendo-os a resolução de problemas reais, e por promover o desenvolvimento de habilidades necessárias ao desempenho funcional. A aprendizagem baseada em projetos se organiza em torno de tarefas complexas, que visam envolver o estudante na resolução de questões ou problemas desafiadores, de forma a conduzi-lo a atividades investigativas, dando-lhe a oportunidade de trabalhar autonomamente e de desenvolver a tomada de decisão.

Todavia, é importante observar que o trabalho com projetos deve se desenvolver por períodos prolongados e culminar com a produção de um produto (JONES et.al., 1997; THOMAS et.al., 1999; SCARBROUGH et.al., 2004). Nesta perspectiva, Fourez et al (2005), propõem que as atividades nas quais se exercitaria o conhecimento por projetos, sejam orientadas por uma metodologia de trabalho, as Ilhas de Racionalidade (IR). Uma Ilha de Racionalidade designa uma representação teórica apropriada de um contexto e de um projeto, permitindo comunicar e agir sobre o assunto. Segundo Fourez, a teorização proposta na Ilha de Racionalidade é quase sempre interdisciplinar, e esses conhecimentos que são utilizados para construir a representação têm no modelo teórico o meio de comunicar o que vai ser feito sobre a situação (NEHRING et.al., 2002).

Para construir a Ilha de Racionalidade são propostas algumas etapas, de modo a permitir que o trabalho vá sendo delimitado para que atinja sua finalidade. Embora apresentadas de maneira linear, elas são flexíveis e abertas, em alguns casos podendo ser suprimidas e/ou revisitadas, quantas vezes se julgar necessário. Elas servem como um esquema de trabalho, de modo a evitar que ele se torne tão abrangente que não se consiga chegar ao final (NEHRING et.al., 2002). Vários trabalhos desenvolvidos no Brasil sobre a metodologia das IR, em especial Pietrocola et. al. (2003), apontam para a necessidade de um estudo analítico da situação problema e da organização das etapas da IR.

Pietrocola (1999) aponta ainda que a intensificação nas estratégias de construção do conhecimento é importante para os alunos na medida em que eles possam perceber que o conhecimento científico aprendido na escola serve como forma de interpretação do mundo que os cerca. Entretanto, como afirmam Vidotto, Laburú e Barros (2005, p.78) “falar em melhoria da qualidade das escolas, de modo que sejam privilegiados o ensino e a aprendizagem, obrigatoriamente, é falar em avaliação”. Nesse contexto, há a necessidade de construção de um novo olhar avaliativo, abandonando a prática classificatória e excludente, transformando-a em prática formativa, centrada na aprendizagem, possibilitando a inversão da lógica competitiva em cooperativa (MONTENEGRO, 2008).

Assim, há a necessidade de desenvolver procedimentos avaliativos não ortodoxos, que priorizem a ação do aluno como sujeito do processo e possibilitem um olhar diagnóstico capaz de demonstrar evidências da aprendizagem de questões tão complexas como julgamentos de valor, compreensão da natureza da Ciência, capacidade de tomada de decisão, conhecimentos efetivamente construídos e evolução de conceitos.

Por outro lado, a Física é considerada pelos professores uma disciplina difícil de ser ensinada e, conseqüentemente, os alunos relatam dificuldades de aprendizagem dos conteúdos. Isto ocasionou uma redução da carga horária desta disciplina, chegando a ser insignificante em alguns casos. Por isso, procedimentos alternativos de ensino certamente são necessários para instigar a participação dos alunos e aumentar o interesse pelos conteúdos ministrados nas aulas de Física. Esses procedimentos devem ser dinâmicos e permitirem a participação interativa dos alunos.

Neste cenário, impõe-se ao professor de Física, a responsabilidade de rever seus procedimentos didáticos, que em sua maioria estão atrelados ao formato conteudista, expositivo e depositário, que não privilegiam uma formação capaz de

preparar o indivíduo para pensar, refletir, discutir, argumentar, pesquisar, analisar e tomar decisões.

Nesse sentido, o presente artigo apresenta o processo de elaboração, a ação e os resultados advindos do desafio proposto de aliar a metodologia de Ilhas de Racionalidade, elaborada por Gerard Fourez (2005), abordando a temática do movimento, evidenciando os conceitos específicos de velocidade, aceleração e força. E, a fim de acompanhar a aprendizagem dos alunos alvo da intervenção, foi elaborado um conjunto de procedimentos contínuos, constituintes de um portfólio, gerando um suporte onde se pudesse observar o ritmo de cada aluno, auxiliando e dialogando com estes e assumindo uma estratégia conjunta de reflexão, ação, acompanhamento da aprendizagem e avaliação.

## **ELABORAÇÃO DA INTERVENÇÃO**

A intervenção apresentada nesse artigo abordou a temática do movimento, focando conceitos de velocidade, aceleração e força. Objetivando desenvolver uma intervenção dinâmica e envolvente para o ensino de conceitos físicos como: (a) *Deslocamento de um corpo em trajetória retilínea*, que vem do conceito de movimento uniforme, onde o corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais, e (b) *Movimento de um objeto acelerado*, que vem do conceito de movimento uniformemente acelerado, onde para um objeto constantemente acelerado (ou seja, que está sujeito a uma força constante), a distância percorrida em intervalos de tempos iguais e sucessivos sempre aumenta; utilizou-se de experimentos de elaboração *home made*, que não necessitam de dispositivos específicos ou especiais.

A fim de desenvolver uma estratégia de trabalho que contemplasse a aquisição dos conceitos e o desenvolvimento de habilidades e competências evidenciadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino de Física, tomaram-se como base os trabalhos de Duarte e colaboradores (2009) e Nehring e colaboradores (2002), no desenvolvimento das oito etapas para a criação de uma Ilha de Racionalidade, doravante, IR.

A primeira etapa, denominada de “fazer um clichê da situação”, tem como objetivo fazer os alunos expressarem como eles entendem espontaneamente “como acontece o movimento”. É um ponto inicial, ponto de partida, como a primeira

foto da situação. A ideia central é partir da experiência cotidiana e nela refletir sobre as ideias intuitivas do grupo, sem preocupação com nenhum tipo de formação especial. A seguir vem a “elaboração de um panorama espontâneo”, etapa na qual se busca ampliar o clichê através da formulação, de outras questões relevantes relacionadas com a aprendizagem a ser desenvolvida. É ainda uma etapa bastante espontânea, visando questionar e lançar dúvidas ao invés de responder e fornecer explicações (DUARTE *et.al.*, 2009). Nesse ponto começam a ser elaboradas as caixas-pretas, ou seja, questões específicas ligadas a determinado conhecimento científico que poderão ser respondidas ou não conforme o caso. Uma caixa-preta aberta propicia a obtenção de modelos que possam relacionar os fatos conhecidos, gerando explicações (NEHRING *et.al.*, 2002).

Quando surgem questões, que o grupo não possui a capacidade de responder, então é necessário à “consulta aos especialistas e as especialidades”, está é a terceira etapa. É nesse momento que se busca suporte nos conhecimentos específicos de uma determinada disciplina, ou de várias. Em seguida “indo à prática” é a etapa onde se deixa de pensar apenas teoricamente sobre a situação para conectá-la à prática, e ocorre o confronto entre a própria experiência e as situações concretas. Então, vem a “abertura aprofundada de alguma caixa preta para buscar princípios disciplinares”, é o estudo aprofundado de algum ponto abordado até então, que propicia trabalhar o rigor da disciplina específica.

A seguir, uma síntese da IR produzida, um esquema geral que assinale os aspectos importantes escolhidos pelo grupo, caracteriza a etapa de “esquematização global da tecnologia”. E, então, são construídas explicações provisórias para situações do cotidiano, mesmo sem a devida conceituação técnica, a ideia é criar um sentimento de autonomia frente ao cotidiano, essa etapa se denomina “abrir caixas-pretas sem a ajuda de especialistas”. A oitava e última etapa caracteriza-se por “uma síntese da IR produzida”, que contemple os diversos elementos pensados ao longo de sua elaboração. Esta síntese pode orientar um trabalho posterior do grupo (DUARTE *et.al.*, 2009; NEHRING *et.al.*, 2002).

No contexto de trabalho da Ilha de Racionalidade, buscou-se a elaboração de um procedimento avaliativo de acompanhamento da aprendizagem que priorizasse a ação do aluno como sujeito do processo e possibilitasse um olhar diagnóstico, distanciando-se da ênfase nos resultados finais e na valorização do acerto. Dessa forma,

(...) é indispensável que a avaliação, quando empregada continuamente, cumulativamente e como parte da metodologia de ensino, contemple tanto aspectos quantitativos como qualitativos, e, assim, vise um melhor acompanhamento do estudante e não apenas uma simples verificação instantânea em alguns poucos momentos do aprendizado. Para isso, é interessante que elementos avaliativos não ortodoxos sejam utilizados e que façam parte da aprendizagem, para se verificar a qualidade do procedimento de ensino-aprendizagem, de modo a revelar carências e inquietações dos alunos, reorientando constantemente o trabalho do professor para a superação das suas dificuldades (VIDOTTO, LABURÚ, BARROS, 2005, p.79).

A fim de desenvolver procedimentos avaliativos não ortodoxos, buscou-se suporte na concepção de avaliação formativa “o aspecto importante dessa avaliação é a orientação que ela fornece tanto no que se refere ao estudo do aluno quanto ao trabalho do professor, funcionando como mecanismo de *feedback* (Ibidem, p.79), e a partir dessa concepção, o uso do portfólio. As vantagens em relação a esse instrumento dizem respeito a: a) capacidade de organizar a informação em função de critérios definidos pelo aluno e reflexão sobre os trabalhos realizados; b) oportunizar aos alunos mostrar o que sabem fazer bem, dando maior foco na capacidade argumentativa de escolha e seleção do material, e c) informar ao professor sobre as atividades propostas, a metodologia empregada, trazendo uma reflexão sobre o fazer docente.

A elaboração do portfólio possibilita a construção do processo de auto-regulação pelo aluno. Zimmerman (2000) afirma que a auto-regulação da aprendizagem pode ser definida como qualquer pensamento, sentimento ou ação criada e orientada pelos próprios alunos para a realização dos seus objetivos. Isso provoca nos alunos uma necessidade de comparar os seus resultados tendo em vista os objetivos. Nesse sentido, a proposição do portfólio, para análise da aprendizagem durante a construção da IR para o ensino de cinemática, constituiu-se de cinco elementos, um exercício diagnóstico, aplicado aos alunos alvo da intervenção uma semana antes do início da intervenção, um relatório dos experimentos apresentados durante a construção da IR, a elaboração de dois Mapas Conceituais, um sem a consulta a especialistas e outro após a consulta a especialistas e a elaboração de problemas envolvendo o movimento uniforme ou uniformemente variado.

## DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DA INTERVENÇÃO

A intervenção foi realizada em três encontros semanais, tendo como alunos alvo estudantes egressos do Ensino Médio. No primeiro encontro os alunos alvo responderam uma avaliação diagnóstica que buscava conhecer as noções dos alunos referentes ao movimento sujeito à aceleração da gravidade. Observou-se que os alunos não conseguiram desenhar a trajetória de um projétil sujeito a aceleração da gravidade, apesar dos alunos já terem vivenciado o ensino de movimento uniformemente variado e da queda livre, pois são conteúdos que compõem a abordagem de Física no primeiro ano do Ensino Médio.

A partir do segundo encontro teve início o desenvolvimento das 8 etapas propostas para a construção da IR. Na etapa de elaboração da situação clichê, foi realizado o primeiro experimento uma vez, experimento esse que simula o movimento de um objeto em velocidade constante. Os alunos foram questionados sobre o fato observado, com o objetivo de fazê-los expressar, espontaneamente, como acontece o movimento. Com a repetição do primeiro experimento algumas vezes e a proposição de novos questionamentos, foi construída a etapa de elaboração do panorama espontâneo. Nessa etapa, observou-se o aparecimento da primeira bifurcação, uma bifurcação “designa um momento em que o ator social tem que fazer opção entre dois caminhos, duas estratégias” (FOUREZ, 2005, p. 96), os alunos declaram, pela observação, que o movimento é uniforme, mas contraditoriamente dizem que a velocidade do móvel estava variando. Diante dessa bifurcação, fez-se necessário a abertura de uma caixa-preta, ou seja, responder ao questionamento: “qual o tipo de movimento se está observando, uniforme ou variado?”. Para isso, utilizaram-se da consulta ao especialista ou especialidade, ou seja, tendo como base os conceitos que envolvem os dois tipos de movimento (uniforme e variado), buscaram mensurar o tempo de movimento do objeto em uma trajetória retilínea e de comprimento conhecido, formularam e testaram uma hipótese de movimento uniforme e concluíram que a velocidade desenvolvida pelo móvel no trajeto especificado era constante, comprovando a hipótese.

A fim de gerar o confronto entre a própria experiência e as situações concretas, demonstrou-se o experimento sobre deslocamento sem aceleração e logo em seguida demonstrou-se o experimento de deslocamento com aceleração, havendo simultaneamente discussões sobre as causas de cada tipo de movimento e as consequências disso, construindo, assim, a etapa “indo a prática”. E novas caixas-pretas



surtem: “A gravidade está puxando o peso ou a massa?”, “O que é fisicamente o peso?”, “Por que o carro anda?”, “Qual o tipo de movimento?”, “Como podemos medir a velocidade do movimento?”. Com a elaboração de hipóteses, coleta de dados sobre tempo e deslocamento do móvel, desenvolvimento de cálculos, foi possível trabalhar o rigor da disciplina Física e propiciar a abertura aprofundada das caixas-pretas.

Ao final desse segundo encontro, os alunos foram convidados a elaborar um relatório descrevendo os experimentos, os dados coletados, os cálculos realizados e as conclusões obtidas. Além do relatório eles foram convidados a preparar dois mapas conceituais, um contendo apenas as informações que eles tinham na lembrança e outro construído a partir de uma pesquisa sobre o movimento uniforme e o movimento variado, realizada em livros didáticos ou outras fontes. Esses elementos, constituintes do portfólio, propiciaram um esquema geral, que assinalou os aspectos importantes abordados na trajetória de construção das etapas desenvolvidas até aquele momento e auxiliaram na “esquematização global da tecnologia”. Esses instrumentos avaliativos, desenvolvidos pelos alunos, foram analisados antes do próximo encontro.

O terceiro encontro iniciou com um relato sobre a análise dos mapas conceituais e dos relatórios produzidos pelos alunos. Observou-se que alguns mapas conceituais, principalmente os elaborados após a consulta aos especialistas ou especialidades, apresentaram conceitos bem complexos, mesmo partindo de um conceito mais simples como o movimento. A partir disso, foi realizado um levantamento com os alunos sobre os principais conceitos abordados até então e como esses conceitos são aplicados para distinguir os dois tipos de movimento abordados, movimento uniforme e movimento variado, marcando a etapa de “esquematização global da tecnologia”.

A fim de construir a sétima e penúltima etapa da IR, caracterizada pela “abertura de algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas”, foi proposto aos alunos a construção, em grupo, de duas questões contextualizadas, uma envolvendo os conceitos de movimento uniforme e outra envolvendo os conceitos de movimento variado. Apesar de os alunos terem apresentado franca compreensão dos conceitos relacionados ao movimento, tais como força, aceleração e velocidade, e como esses conceitos caracterizam e distinguem os movimentos uniforme e variado, durante a construção da etapa de “esquematização global da tecnologia”, eles não foram capazes de construir explicações provisórias para situações do cotidiano a contento, na forma de

problemas contextualizados, demonstrando que não desenvolveram plena autonomia do conceito abordado frente ao cotidiano.

A última etapa da construção da IR, a síntese, foi realizada oralmente, onde foram ressaltados pontos de destaque do material produzido pelos alunos e a discussão e análise das questões e soluções propostas pelos alunos na etapa anterior.

Ao analisar os portfólios que os alunos produziram, foi possível perceber que apesar do tema trabalhado ser muito discutido durante o ensino médio, pois pela precariedade na formação dos docentes, esse acaba sendo o assunto “mais fácil” para os professores sem formação específica ministrarem aula, os estudantes ainda conseguiram ampliar mais seus conhecimentos sobre o assunto. Um exemplo dessa ampliação foi observado em alguns mapas conceituais desenvolvidos, que partiram da mesma proposta, movimento, e chegaram a resultados distintos e, em alguns casos, avançados para o que a maioria consegue estudar nas escolas de Educação Básica da rede Pública, como a 1ª Lei de Newton (Inércia) e a 2ª Lei de Kepler (Lei das Áreas).

Analisando os mapas conceituais (mapa 1: base nos conhecimentos do aluno; mapa 2: base no conteúdo pesquisado) é possível destacar os termos mais citados na Tabela 2, e observar que os alunos conseguiram relacionar os conceitos estudados.

Tabela 2 - Termos em comum nos mapas conceituais apresentados

<b>Conhecimento do aluno</b>	<b>Conhecimento do aluno e de uma fonte de pesquisa</b>
Velocidade	Velocidade
Aceleração	Aceleração
Tempo	Tempo
Movimento Uniformemente Variado	Movimento Uniforme Variado
Movimento Uniforme	Movimento Uniforme
Gravidade	Gravidade
Força	Força
Peso	Peso
Movimento	Movimento
SI	SI
	Posição
	Variação do Espaço Percorrido
	Massa
	Variável
	Fórmulas

Entretanto, quando foram aplicar o conteúdo na elaboração de questões, eles tiveram uma grande dificuldade, o que pode, ou não, demonstrar como o ensino das ciências, em especial o ensino de Física, está sendo realizado de forma mecânica e

artificial no Ensino Médio, pois faz com que o aluno somente faça a aplicação de fórmulas, mas não consiga fazer o principal: pensar sobre o que está fazendo.

## **COSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar de ser um conceito bastante simples, construir uma IR é um processo que requer alguns cuidados, mas que se mostra extremamente prazeroso quando se avalia a evolução do aluno na temática proposta. Além disso, a IR é um convite à participação, pois são os próprios alunos que buscam e pesquisam o que eles selecionam para ser pesquisado, considerando o problema proposto. Desse modo, não é difícil para o professor identificar aqueles que não estão participando dos trabalhos em equipe, e, com isso, realizar uma avaliação contínua mais autêntica, objetiva e compreensiva, permitindo acompanhar os processos de aprendizagem de toda a turma, e ainda ajudar os alunos que não estão participando a interagirem mais.

Para uma metodologia como a IR, que contempla diversas etapas para a construção de um conhecimento, a elaboração de um portfólio apresentou-se como uma excelente escolha não somente no sentido de acompanhar essa aprendizagem, mas, também, como instrumento auxiliar na construção de algumas das etapas da IR. Schmitz (2004) destaca que no caso particular da IR, o professor pode avaliar o material produzido pelos alunos individual ou coletivamente e observar o grau de participação de cada um nas atividades, entretanto, deve programar um sistema de avaliação e acompanhamento que não exija muito tempo por parte de ambos, a fim de não interferir no desenvolvimento da IR.

Apesar dos estudos relacionados a IR concordarem na necessidade de uma diversidade de instrumentos de avaliação, eles ainda não haviam trazido a proposição de elaboração de um portfólio. Os mapas conceituais, constituintes do portfólio produzido nesse projeto, proporcionaram uma sistematização dos conceitos abordados e auxiliaram na construção da etapa de “esquematização global da tecnologia”. Além disso, a proposição de elaboração de problemas contextualizados, outro constituinte do portfólio, demonstrou que, apesar de todas as etapas desenvolvidas na IR, os alunos alvo não construíram a autonomia frente ao conhecimento estudado, o que permite retomar a reflexão que “construir uma IR é um processo que requer alguns cuidados”, entre eles, firmar a negociação compromissada com seu participantes:

Considerando que a presença da negociação compromissada é imprescindível para realização de uma IR e lembrando que no ensino, de maneira geral, ela não faz parte das atividades dos alunos e muito menos das ações docentes, o professor precisa se desenvolver profissionalmente, se preparar e ser preparado para aplicar a metodologia proposta por Fourez. (SCHMITZ, 2004, p. 45)

Desta forma, não somente uma variedade de instrumentos, mas, principalmente, o tipo de instrumento, pode auxiliar por um lado o aluno a construir o seu conhecimento e, por outro lado, o professor a acompanhar a aprendizagem alcançada.

Adicionalmente, pode-se concluir, pela participação dos alunos e com base na avaliação da intervenção, realizada pelos próprios estudantes, que o objetivo principal da proposta de intervenção foi alcançado: mostrar como uma aula de Física pode ser dinâmica e divertida e como é possível enxergar os cálculos de uma forma mais prazerosa e menos mecânica.

## REFERÊNCIAS

BEREITER, C.; SCARDAMALIA, M. (1999). **Process and product in PBL research**. Toronto: Ontario Institutes for Studies in Education/University of Toronto.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 141p.

DUARTE, Antônio Márcio Silva; SILVA, Marco Aurélio; OLIVEIRA, Rodrigo Santos; RODRIGUES, Maria Inês Ribas; SANTOS, Marcelo Brandão Monteiro. Descrevendo e refletindo sobre a prática em ilhas de racionalidade. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2009 – Vitória, ES**. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii/sys/resumos/T0841-2.pdf>. Acesso em 20 de julho de 2011.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. 1ª ed. 3ª reimp. Buenos Aires: Colihue, 2005.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, PISA, Resultados. Disponível em <http://portal.inep.gov.br/internacional-novo-pisa-resultados>. Acesso em novembro de 2011.

JONES, B.F.; RASMUSSEN, C.M.; MOFFITT, M.C. **Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning**. Washington, DC: American Psychological Association. 1997.

KAWAMURA, M.R.D.; HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um novo Ensino Médio. In: MEC (2011). **Coleção explorando o ensino de Física**. 181p.

MONTENEGRO, P. P. Letramento científico: o despertar do conhecimento das ciências desde os anos iniciais do Ensino Fundamental. 2008. 200 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília.

NEHRING, C.M. et.al. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, v.2, n.1, p. 1-18, 2002.

OECD, **PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science** (Volume I), 2010. Disponível em <[http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/Pisa2009-vol1\\_What\\_students\\_know\\_and\\_can\\_do.pdf](http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/Pisa2009-vol1_What_students_know_and_can_do.pdf)>. Acesso em 13 de novembro de 2011.

PIETROCOLA, M. Construção e Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 4, n.3, p. 213-227, 1999.

PIETROCOLA, M.; PINHO ALVES, J. e PINHEIRO, T. F. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. In: **Investigações em ensino de ciências**, vol.8, n.2, 2003.

SCARBROUGH, H. et al. The Processes of Project-based Learning: An Exploratory Study. **Management Learning**. v. 35, n. 4, p. 491-506, 2004.

SCHMITZ, C. **Desafio docente**: as ilhas de racionalidade e seus elementos interdisciplinares. 2004. 260 f.. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

SCHWARTZMAN, S.; CHRISTOPHE, M. **A educação em ciências no Brasil**. Disponível em: [http://eventos.unesco.org.br/diadaciencia/images/pdf/ed.\\_cientfica\\_no\\_brasil\\_.pdf](http://eventos.unesco.org.br/diadaciencia/images/pdf/ed._cientfica_no_brasil_.pdf). Acesso em: 11/02/2012.

THOMAS, J.W.; MERGENDOLLER, J.R.; MICHAELSON, A. **Project-based learning**: A handbook for middle and high school teachers. Novato, CA: The Buck Institute for Education. 1999.

VIDOTTO, L. C.; LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A. Uma comparação entre avaliação tradicional e alternativa no ensino médio de física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, p. 77-89, 2005.

ZANCAN, G. T. **Educação Científica**: uma prioridade nacional. São Paulo em Perspectiva, v.14, n.1, 2000.

ZIMMERMAN, B. Attaining self-regulation: a social cognitive perspective. Em: M.Boekaerts; P. Pintrich e M. Zeidner (eds.). **Handbook of Self-Regulation**. New York: Academic Press. 2000. p.13-39.

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. **Educação científica e desenvolvimento**: o que pensam os cientistas. Brasília : UNESCO, Instituto Sangari, 2005. 232 p.