
Instrumentação computacional e realimentação no processo de avaliação para o ensino de matemática: o conhecimento de função real como estudo de caso

José M. Soares^{1,2}, Natália M. C. Barroso², João C. M. Mota², Hermínio Borges Neto³

¹Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará – CEFET-CE.

²Departamento de Engenharia de Teleinformática e ³Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará - Fortaleza – CE – Brasil.

marques@cefetce.br, marques.soares@gmail.com

Abstract. *Using automatic tools, a change of paradigms in the process of evaluation is necessary. This is due to the different mechanisms used to elaborate evaluations and to analyze their results. It is presented here an evaluation method with continuous feedback. To elaborating and applying this evaluation, it was used the software WIMS that tracks the students' activities.*

Resumo. *O uso de ferramentas automatizadas no processo de avaliação impõe mudanças de paradigmas que se devem aos mecanismos usados na elaboração de exercícios e análise de resultados. Apresenta-se aqui, com o apoio do aplicativo WIMS, uma proposta de método de avaliação continuamente realimentado, que pode atuar como coadjuvante no processo de aprendizado.*

Palavras-chave: Avaliação Automatizada, Avaliação Formativa, Registro de Atividades

1. Introdução

Diversos programas, como o Mathematica (Wolfram Research, Inc.) e o MatLab (The MathWorks, Inc.), dão suporte ao ensino e ao aprendizado de matemática, podendo interferir nos hábitos de alunos e professores. Entretanto, tais ferramentas não são ainda utilizadas com frequência no ensino básico de matemática e cálculo para alunos dos primeiros anos universitários, fato que pode ser justificado pela ausência da informática na formação dos professores e pela dificuldade de manuseio destes aplicativos.

Face às inevitáveis pressões do desenvolvimento tecnológico, alguns novos paradigmas se impõem aos professores, não só no que diz respeito à metodologia de ensino, mas também relativamente a mecanismos de avaliação.

Este trabalho registra uma experiência iniciada em um projeto de pós-graduação (Barroso, 2005) envolvendo o uso de um programa de computador para a elaboração de atividades de matemática de forma avaliativa. A motivação principal do projeto é encontrar explicações para o grande número de reprovação de alunos de primeiro ano universitário em disciplinas de matemática, bem como pistas necessárias à elaboração de soluções didáticas para lidar com tal problema, o que sugere uma abordagem diagnóstica da avaliação. Para isso, foi elaborada uma lista de exercícios com o auxílio de uma ferramenta que permite registrar traços das atividades realizadas pelos alunos durante a sua resolução. O conteúdo dos exercícios envolve o conceito de função real, noção sobre a qual se apóia toda a matemática do primeiro ano universitário.

A experiência envolve uma professora com 15 anos de prática do ensino tradicional de disciplinas de matemática de primeiro ano universitário, sem nenhum conhecimento prévio de informática. Foram encontrados pontos relevantes ao longo do trabalho, ora restritivos, ora apresentando elementos inovadores. Estes elementos despertaram um crescente envolvimento dos pesquisadores implicados no projeto, a partir da manipulação de um conjunto de subsídios oferecidos pelos registros eletrônicos de atividades. Como sugere Demo (2000), o professor deve ter autocrítica e saber inovar e, pensando desta maneira, sugere-se, neste trabalho, um método de realimentação para o processo de avaliação. As etapas deste método baseiam-se na metodologia de pesquisa denominada Engenharia Didática, proposta por M. Artigue (1989), que tem por suporte a aplicação de seqüências de ensino em salas de aula de matemática. Iniciando-se com um teste diagnóstico dos conhecimentos dos alunos sobre um tema particular, propõe-se um método que permite ainda inferir sobre o grau de apreensão do assunto, em uma perspectiva somativa, mas que pretende, preferencialmente, atuar como coadjuvante no processo de aprendizado, segundo uma abordagem formativa.

Na Seção 2, concentra-se a motivação original desta pesquisa, a fim de contextualizar o presente trabalho. A primeira experimentação realizada em sala de aula, desde sua concepção até a sua aplicação, é relatada na Seção 3. O programa computacional WIMS no qual são elaboradas as avaliações é apresentado na Seção 4. Uma análise da experimentação e algumas conclusões parciais são discutidas na Seção 5. O método proposto é apresentado na Seção 6. Na Seção 7, encerra-se com as conclusões e perspectivas.

2. O problema da aprendizagem da matemática no primeiro ano universitário

Constata-se, através das estatísticas apresentadas por Barbosa (1994), um grande número de reprovações de alunos nas disciplinas de matemática do primeiro ano das universidades brasileiras. O baixo desempenho não é restrito àqueles que têm um histórico escolar considerado “ruim”, mas atinge também aqueles que antes de ingressar na universidade eram considerados bons alunos. Diversos são os fatores apontados como causas para essa difícil transição ensino médio/ensino superior: fatores econômicos, psicológicos, cognitivos, pedagógicos, didáticos, conceitos mal formados, etc. Este problema não é exclusivo do Brasil. Registros indicam problemas semelhantes na passagem do ensino médio para o superior pelos estudantes da França, como apresentado por Praslon (2000). Baixo desempenho, perda de motivação, alto índice de reprovação e de abandono nas disciplinas de matemática do primeiro ano são considerados como conseqüências do desnível liceu/universidade ao qual é submetido o estudante francês.

Diante desta realidade, um estudo se impõe a fim de estabelecerem-se parâmetros de ajuste à transição secundário/superior, visando um melhor desempenho nos resultados dos alunos no início da universidade.

3. Suporte computacional à avaliação do conceito de função real

Visando a análise do problema apresentado na Seção anterior, foi elaborada uma avaliação-diagnóstico sobre a noção de função real, levando-se em consideração critérios de classificação estudados em Didática da Matemática, cujos fundamentos

podem ser vistos em Brousseau (1986). A fundamentação teórica, a especificação da problemática e da metodologia empregada e a maneira como um programa de computador auxiliou o desenvolvimento desta experiência são apresentadas em seguida.

3.1. Fundamentação teórica

Os exercícios propostos na experimentação foram classificados por nível de dificuldade, segundo um critério proposto por Aline Robert (1998), no qual os conhecimentos empregados na resolução de um exercício podem ser divididos em três níveis: nível **simples/isolado**, em que um exercício é considerado simples se os conhecimentos a serem utilizados são bem familiares ao aluno e é dito isolado se um só conhecimento antigo está envolvido em sua resolução; nível **mobilizável**, em que os conhecimentos a serem empregados na resolução de um exercício podem ser identificados em seu enunciado e são suficientes para resolvê-lo, mesmo que algumas adaptações ao contexto particular do enunciado sejam necessárias; e nível **disponível**, em que o aluno deve procurar sozinho em seus conhecimentos o que é pertinente para a resolução do exercício.

Com o objetivo de escolher/elaborar questões que envolvem conhecimentos que correspondem a cada um dos três níveis acima citados, recorreu-se à teoria da dialética Ferramenta/Objeto e Jogo de Quadros da autoria de Régine Douady (1986).

3.2. Problemática e metodologia

O objetivo desta pesquisa é saber até que nível o estudante é capaz de adaptar seus conhecimentos antigos misturados a seus conhecimentos novos para resolver os problemas propostos. Os estudantes conseguem resolver apenas exercícios de resolução imediata do nível simples/isolado ou eles são capazes de adaptar seus conhecimentos para encontrar soluções de problemas que se encontram no nível mobilizável ou no nível disponível?

O conteúdo dos exercícios envolve conhecimentos adquiridos no Ensino Médio, considerados conhecimentos antigos para esses alunos, misturados a conhecimentos adquiridos recentemente na universidade, considerados conhecimentos novos. A ordenação dos exercícios sugere um aumento no nível de dificuldade ao passar de um exercício a outro, dificuldade definida pela experiência empírica.

Na pesquisa, verifica-se até que nível os alunos do primeiro ano são capazes de adaptar seus conhecimentos na resolução desses exercícios sobre a noção de função. Inicialmente, duas experimentações foram realizadas em um mesmo ano: a primeira com uma classe da *Université d'Evry*, na França, e a segunda no Brasil, com uma classe de estudantes do primeiro ano do curso de graduação em Engenharia de Teleinformática (DETI) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Nos anos seguintes, 2005, 2006 e 2008, após análises e modificações, mais três experimentações foram feitas com alunos do primeiro ano do DETI/UFC.

Embora não fizesse parte dos objetivos originais do trabalho, foram verificadas contribuições e limitações advindas da utilização de um programa de computador no estudo dos traços das atividades dos alunos. O interesse recai, particularmente, nas informações extraídas dos registros que não seriam facilmente observáveis a partir de avaliações escritas. Este contexto, inicialmente secundário no trabalho original, constitui

o elemento de base para o método de realimentação no processo de avaliação apoiado por ferramentas computacionais proposto neste artigo.

3.3. Programa Computacional de Apoio: WIMS

Para estudar o desempenho dos alunos, utilizou-se um programa interativo que oferece um banco de questões bem como recursos para a criação de novos exercícios: o WIMS - *WWW Interactive Multipurpose Server*¹, um programa livre que pode ser acessado com navegadores web. O WIMS permite o emprego de questões bastante diversificadas cujos enunciados não são comumente explorados em salas de aulas tradicionais. Além disso, os dados do enunciado de um mesmo exercício são modificados a cada interação, dificultando ao aluno copiar o resultado obtido pelo colega ao lado ou descobrir por tentativa e erro a resposta correta.

As avaliações no WIMS são organizadas em *folhas de trabalho* contendo um conjunto de exercícios. Estas folhas de trabalho são disponibilizadas ao aluno a partir de classes publicadas em um servidor Web. Para acessá-la, os alunos devem ser previamente cadastrados e receber uma senha de acesso.

Para a primeira experimentação, foi criada uma única folha de trabalho contendo dezesseis exercícios, sendo quatorze escolhidos entre os disponíveis no banco de questões da plataforma e dois elaborados utilizando os recursos de edição do WIMS. Os exercícios foram organizados em ordem crescente de nível de dificuldade, do mais simples ao que necessita de um maior número de adaptações para ser resolvido, critério estabelecido de acordo com a fundamentação teórica apresentada no parágrafo 3.1 e pela experiência da equipe de pesquisadores. Na Figura 1, mostra-se a folha de exercícios apresentada no WIMS aos alunos franceses. Para facilitar a sua utilização pelos alunos brasileiros, ela foi traduzida para o inglês, visto lhes ser um idioma mais conhecido do que francês, além da disponibilidade de muitos exercícios em inglês no servidor WIMS. Ressalta-se que, antes de cada nova experimentação, as atividades realizadas pelos alunos na experimentação anterior eram analisadas, provocando alterações na folha de exercícios. Para as aplicações que se seguiram, exercícios intermediários foram acrescentados e a ordem de alguns exercícios foi alterada, já baseada na experimentação anterior.

No ambiente WIMS, para resolver um exercício da folha de trabalho, o aluno deve clicar sobre o *hyperlink* com o nome da questão. Seu enunciado e os campos necessários a sua resolução são apresentados no navegador, permitindo a sua resolução de maneira interativa e apresentando o resultado após a submissão da resposta, o que permite ao aluno um *feedback* instantâneo. Um exemplo é apresentado na Figura 2. É importante destacar que o programa permite o uso de gráficos animados e que tal recurso possibilita a elaboração de enunciados que seriam de difícil implementação em avaliações tradicionais.

¹ <http://wims.auto.u-psud.fr/wims/>

Titre :	Révisions sur les fonctions	
Description :	CETTE FEUILLE FAIT PARTIE DU PROGRAMME DE REVISION SAUF LES EXERCICES 14, 15 ET 16 (qui ne compteront pas non plus dans	Modifier
Page de présentation :		aide
Date d'expiration :	15 sout 2004	

Contenu de la feuille : [[Version imprimable](#)]

- [Collection d'intervalles](#), 10 points de poids 1.
- [Valeur d'une fonction I](#), 10 points de poids 1.
- [OEF affine](#), 10 points de poids 1.
- [Coincidence Libre I](#), 10 points de poids 1.
- [Coincidence Libre II](#), 10 points de poids 1.
- [Joint niveau II](#), 10 points de poids 1.
- [Fonctions graphiques](#), 10 points de poids 1.
- [Dérivée graphique niveau II](#), 10 points de poids 1.
- [Continuité et suites III](#), 10 points de poids 1.
- [Continuité et suites IX](#), 10 points de poids 1.
- [Cercle](#), 10 points de poids 1.
- [Tour](#), 10 points de poids 1.
- [Triangle droit](#), 10 points de poids 1.
- [Min-Max](#), 10 points de poids 1.
- [Dérivées limitées I](#), 10 points de poids 1.
- [Dérivées limitées II](#), 10 points de poids 1.

Figura 1. Folha de exercício criada para a avaliação de função real

O WIMS oferece diversas modalidades de interação para que o aluno responda um exercício, podendo ser uma resposta de múltipla escolha, o preenchimento de uma expressão algébrica ou de um valor numérico, sendo ainda possível elaborar exercícios contendo um encadeamento em várias etapas até sua conclusão da questão.

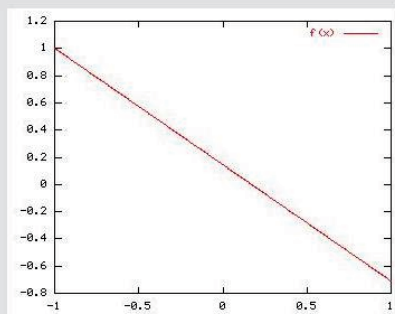
A primeira das avaliações, cuja folha de exercícios é apresentada na Figura 1, foi então aplicada a duas classes de primeiro ano: uma do DEUG (*Diplôme d'Études Universitaires Générales*, correspondente aos dois primeiros anos universitários brasileiros) Scientifique da *Université d'Évry*, França, e a outra do primeiro ano do curso de graduação em Engenharia de Teleinformática da Universidade Federal do Ceará - UFC. Os traços das atividades individuais dos estudantes foram registrados pelo programa e utilizados na realização da análise dos resultados da experimentação. A maneira como estes registros são efetuados é apresentada em seguida.

3.4. Registro de atividades

Ao término de um exercício, o WIMS atribui uma nota que varia entre 0 e 10, segundo o grau de sucesso do aluno na resolução da questão. É ainda possível efetuar tentativas de resolução de exercícios sem que as notas obtidas sejam consideradas na média final, permitindo ao aluno refletir sobre a solução antes da execução de maneira definitiva. A nota final atribuída pelo WIMS a um exercício é parametrizada pelo professor no momento da preparação da folha. A critério do professor, pode ser estabelecido um tipo de penalização quando o aluno só acerta uma questão após ter cometido um erro. Mesmo assim, a repetição permite a recuperação de notas baixas, no caso de o aluno descobrir ou recordar a forma correta de resolver a questão após um fracasso.

Outros dados quantitativos são também registrados pelo programa como o número de tentativas, as notas parciais obtidas (além da média final) e o tempo gasto na resolução da questão. Os dados para a análise das atividades dos estudantes podem ser apresentados de maneira global, como mostra a Figura 3, ou individual, como mostra a Figura 4. Nesta última, os dados correspondem a uma parte do registro de atividades de um aluno no dia 10/02/2008 de 15:20:07 às 15:23:29 sobre o exercício 2 da folha de trabalho.

Vous voyez ici la courbe d'une fonction réelle $f(x)$ définie sur l'intervalle $[-1,1]$. Votre but est de trouver une fonction dont la courbe est la plus proche possible de celle de $f(x)$.



Envoyer votre essai numéro 1 (sur 10) :

$g(x) =$ [Aide sur les noms des fonctions.](#) (Votre définition de $g(x)$ est limitée à 25 caractères après le traitement par le serveur.)

Figura 2. Exemplo de exercício apresentado pelo WIMS

Statistiques d'activité

Feuille 1. Révisions sur les fonctions (Durée théorique 74 min.)

Exercice	points requis	Totaux				moyen/score	
		new	score	points	durée	points	durée
1. Collection d'intervalles	10	333	306	2840	62	9.3	0.2
2. Valeur d'une fonction I	10	277	249	2200	46	8.8	0.2
3. OEF affine	10	511	494	4010	102	8.1	0.2
4. Coïncidence Libre I	10	326	97	592	453	6.1	4.7
5. Coïncidence Libre II	10	70	12	41	94	3.4	7.8
6. Joint niveau II	10	233	136	800	271	5.9	2
7. Fonctions graphiques	10	179	119	815	183	6.9	1.5
8. Dérivée graphique niveau II	10	136	72	354	176	4.9	2.5
9. Continuité et suites III	10	323	267	1681	283	6.3	1.1
10. Continuité et suites IX	10	173	136	580	94	4.3	0.7
11. Cercle	10	218	150	854	282	5.7	1.9
12. Tour	10	145	91	459	204	5	2.2
13. Triangle droit	10	89	59	350	132	5.9	2.2
14. Min-Max	10	45	13	0	45	0	3.5
15. Dérivées limitées I	10	72	34	30	52	0.9	1.5
16. Dérivées limitées II	10	30	21	0	12	0	0.6
Somme	160	3160	2256	15606	2491	-	-

Figura 3. Estatísticas globais.

Na coluna “Etat”, as menções “new” e “renew” significam a execução e re-execução de uma questão. A menção “score” significa que uma resposta foi submetida ao WIMS, apresentando a sua nota. A menção “noscore” indica que a nota obtida não foi contabilizada para a média final.

Date	Heure	feuille	exercice	Etat	Score	Etat d'enregistrement
20080210	15:20:07	1	2	new		noscore
20080210	15:20:12	1	2	score	10	noscore
20080210	15:21:14	1	2	renew		noscore
20080210	15:21:18	1	2	score	10	noscore
20080210	15:22:20	1	2	renew		noscore
20080210	15:23:25	1	2	new		
20080210	15:23:29	1	2	score	10	

Figura 4. Um trecho dos traços de atividades realizadas por um aluno

4. Análise da experimentação e algumas conclusões

Uma análise *a priori* foi efetuada para identificar os possíveis conhecimentos e procedimentos que os alunos poderiam empregar na resolução dos problemas, auxiliando na classificação dos exercícios quanto ao nível de dificuldade. A análise preliminar permitiu justificar ou compreender melhor o desempenho e os procedimentos realizados pelos alunos durante a avaliação bem como seus conhecimentos. Entretanto, a ausência de registros escritos do desenvolvimento constitui uma limitação para a execução da análise *a posteriori*, pois, mesmo supondo alguns prováveis caminhos, não se pode saber exatamente quais procedimentos foram escolhidos para a resolução de um problema. Por outro lado, esta dificuldade pode ser parcialmente contornada utilizando as estatísticas e os registros de atividades gravadas pelo WIMS. Embora uma avaliação de um pequeno grupo de questões em duas classes de alunos pareça uma experiência bastante simples, o volume de dados registrados pelo programa pode ser extremamente grande (na primeira experimentação foram geradas aproximadamente 9000 linhas). Estes recursos seriam, no mínimo, dificilmente obtidos a partir de avaliações escritas.

Para se realizar a análise, os exercícios foram agrupados em função do tipo de entrada requerida para as respostas no programa WIMS. Entre outros dados

importantes, foram utilizados o tempo de resolução do exercício e o número de tentativas. A análise destes dados conduziu a reflexões inicialmente inesperadas, que não seriam possíveis a partir de uma prova convencional. Por exemplo:

- O tempo empregado em um exercício e o número de tentativas para resolvê-lo são fortes indicativos do grau de dificuldade encontrado na busca de uma solução;
- Em um exercício de resolução imediata, a alternância entre erros e acertos pode indicar que o aluno não sabe realmente resolvê-lo;
- A progressão das notas obtidas por um aluno em um exercício é um indicativo de que ele conseguiu, após várias tentativas, adaptar seus conhecimentos.

Face aos novos elementos de reflexão oriundos destas avaliações, destacam-se alguns pontos positivos e negativos considerados relevantes:

- Em geral, para um professor de matemática habituado aos métodos tradicionais de ensino, ao introduzir em suas práticas o uso de recursos tecnológicos, é de extrema importância o apoio e a participação efetiva de profissionais de Tecnologia de Informação (TI), visto ser grande o número de conhecimentos adicionais necessários à elaboração, à disponibilização e à manipulação de informações eletronicamente registradas. Na ausência destes, a resistência e a falta de inclusão digital do professor podem ser impeditivas para a realização de tal intento, como lembra Rocha (2008). Ao longo deste trabalho, essa necessidade manifestou-se diversas vezes, desde a compreensão e operação da ferramenta até a edição e cadastramento de questões indisponíveis na base de dados;
- Existe uma forte tendência do professor em considerar que as modificações ou as adaptações sobre os materiais avaliados são de difícil implementação, mesmo quando não é realmente o caso. Isto o leva a tentar fazer tais adaptações externamente ao programa, ou mesmo a renunciar a determinadas partes da avaliação, retornando aos poucos à prática tradicional. Por isso, as avaliações devem ser concebidas desde o início com características dinâmicas, permitindo uma contínua realimentação do processo e sua constante atualização;
- Nas avaliações realizadas, deparou-se frequentemente com a falta de um histórico do registro escrito do raciocínio do aluno, não podendo determinar-se qual dentre os caminhos supostos na análise a priori foi trilhado para resolver uma questão, ou se ainda o aluno optou por uma solução não documentada. A inexistência do desenvolvimento escrito das atividades dos alunos implica na necessidade de maior segmentação das questões propostas, de maneira a permitir uma melhor identificação dos pontos de facilidade ou dificuldade dos alunos. Neste caso, vê-se que o esforço necessário à elaboração da avaliação aumenta enquanto que o de correção diminui, podendo-se utilizar o suporte de ferramentas automatizadas;
- Mesmo após uma complexa elaboração, pode haver necessidade de interações adaptativas durante a avaliação. As avaliações devem estar abertas às interações professor-aluno e aluno-aluno, e tais ocorrências devem ser registradas para dar suporte à análise e à realimentação do processo avaliativo;
- Se a avaliação tem um caráter diagnóstico, objetivando compreender um fenômeno ou fato recorrente, é necessário que ela se reproduza o maior número de vezes possível, cobrindo uma grande quantidade de pessoas, para que as conclusões sejam consistentes. Cada avaliação deve contribuir com o aprimoramento da avaliação subsequente.

Estes pontos levaram a uma reflexão sobre a necessidade de uma metodologia para elaboração/execução de avaliações que reúnam aspectos diagnósticos, formativos e somativos. Esta metodologia é apresentada na próxima seção.

5. Proposição de um método de avaliação continuamente realimentado

Se de um lado, esta pesquisa não permitiu avaliar plenamente e identificar de maneira definitiva os problemas do aprendizado de matemática no primeiro ano universitário, por outro lado, conduziu a uma intensa reflexão sobre a prática avaliativa. A partir dessa reflexão, definiu-se um método de avaliação cujas etapas são organizadas de acordo com a Figura 5, distribuídas em quatro fases. Reitera-se que o método ora proposto adapta elementos da Engenharia Didática (Artigue, 1989), como as fases de análise *a priori* e *análise a posteriori*, ao contexto da avaliação formativa.

- **Análise geral do problema**, em que são realizados o estudo preliminar do problema e a identificação das dimensões críticas que definem o conjunto de hipóteses sobre as dificuldades relacionadas ao assunto tratado. Nesta pesquisa, em especial, foram analisados os programas de ensino médio e de primeiro ano universitário no que concerne o conceito de função real e determinados os pontos de reconhecida dificuldade que devem ser considerados na avaliação.
- **Modelagem e implementação**, em que é realizada a tarefa de elaboração da avaliação. Esta fase envolve a elaboração da seqüência de questões, normalmente em nível crescente de dificuldade, e a preparação do ambiente de execução da avaliação, com a escolha das ferramentas de trabalho, a definição das pessoas envolvidas entre técnicos, avaliadores e avaliados, o local da avaliação, o tipo de máquina e material utilizado, entre outros elementos complementares. Além das atividades iniciais, outra atividade, posterior à conclusão de avaliações anteriores, pode intervir nesta etapa, motivando uma realimentação capaz de modificar, enriquecer ou mesmo corrigir eventuais problemas detectados. Finalmente, uma análise *a priori* deve ser efetuada a fim de identificar os possíveis conhecimentos e procedimentos que os alunos poderão empregar na resolução dos problemas.
- **Avaliação**, onde são feitas a aplicação da avaliação e o registro de atividades, com eventuais interações adaptativas, onde são realizadas ações que venham a complementar ou auxiliar a avaliação em pontos não previstos. Tais interações devem ser registradas de alguma maneira. A análise de resultados é então realizada a partir dos dados registrados e das interações adaptativas, quando existentes.
- **Conclusões**, apresentadas como resultado de todas as análises efetuadas, podendo ser consideradas “definitivas”², quando o volume de informações se revelar suficiente quantitativa e qualitativamente, ou parciais quando forem obtidas através de informações incompletas ou verificadas através de tendências, necessitando obrigatoriamente de reavaliações. As conclusões geram elementos de entrada para a atividade de realimentação, na fase de modelagem e implementação.

² Colocou-se aqui a palavra entre aspas para indicar uma menor rigidez em seu significado, visto que uma conclusão pode muitas vezes ser repensada e modificada.

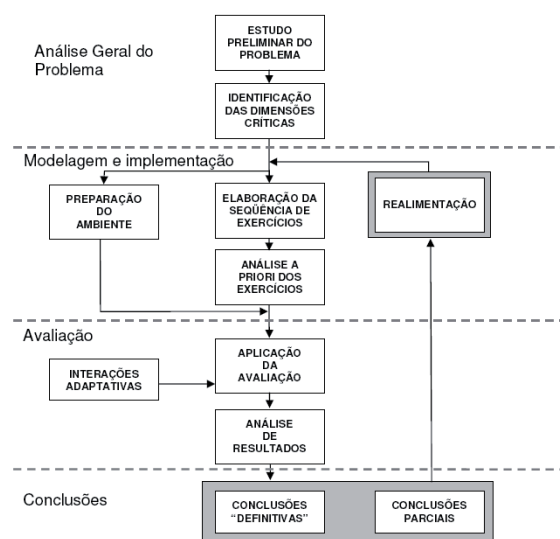


Figura 5. Fases e atividades constituintes do processo de avaliação

No método aqui proposto, a realimentação atribui uma característica cíclica ao processo, onde a avaliação anterior, como na perspectiva de Luckesi (1998), subsidia decisões a respeito da aprendizagem dos educandos e funciona como elemento regulador da próxima avaliação. Aliando-se aos princípios de Hoffmman (1998), defende-se ainda a realização e retomada de atividades de avaliação frequentes e sucessivas, pois a ação avaliativa, enquanto mediação, não se caracteriza como um momento do processo educativo, mas é integrante e implícita a todo processo. Pretende-se, desta maneira, garantir a qualidade no processo de construção do conhecimento.

6. Conclusões e perspectivas

Neste trabalho, partindo-se de um estudo de caso, observou-se de que maneira a inserção de recursos tecnológicos para interação e registro de atividades pode apresentar benefícios e limitações, trazendo pistas de ações que podem ser generalizadas para outros domínios. Alguns pontos são aqui destacados:

- O envolvimento do profissional de TI como coadjuvante no processo de elaboração de avaliações e, generalizando, de elaboração de materiais didáticos, manifesta-se não só como forma de dar sustentação à transição de metodologias de ensino tradicionais, mas como uma necessidade real, considerando a interdisciplinaridade cada vez mais presente nas práticas modernas de ensino e aprendizagem. O ensino e a avaliação presencial podem, desta maneira, adquirir características de trabalho colaborativo, em contraposição a sua característica habitualmente individual;
- A realimentação na prática da avaliação deve ser considerada desde o momento de sua concepção, não só com a perspectiva de contínua reciclagem, mas também facilitando correções e adaptações em um ambiente inerentemente dinâmico envolvendo alunos, professores e domínio de estudo. Desta maneira, pode-se tratar o processo de avaliação com propósitos formativos, permitindo orientar o trabalho do professor na identificação das deficiências de conhecimento do aluno com o objetivo de perseguir um melhor aprendizado;
- O tradicional tempo necessário para a correção de um volumoso número de provas, temido por qualquer professor, pode ser diminuído com o auxílio de programas

automatizados. Por outro lado, para uma avaliação eficaz, o tempo de elaboração de avaliações deve ser significativamente aumentado, exigindo possivelmente a colaboração de outros profissionais;

- A elaboração de provas que envolvem um alto nível de interatividade com o aluno permite que as avaliações contribuam de maneira efetiva para o raciocínio e o consequente aprendizado do aluno, em contraste com o tradicional objetivo classificatório das avaliações. Nesta perspectiva, o número de avaliações pode e deve ser aumentado, visto que elas passam a ser elementos ativos do processo de aprendizagem. Ainda neste contexto, a postura frequentemente passiva dos professores no momento das avaliações pode ser reconsiderada, sendo possivelmente necessárias interações adaptativas no decorrer de avaliações, o que permite corrigir eventuais equívocos ou erros de projeto, ou ainda contribuir positivamente para o desenrolar das avaliações.

O método aqui proposto, simples em sua essência, não pretende esgotar o assunto, mas organizar o início de um conjunto de novas experimentações que valorizem a instrumentação computacional das avaliações como parte integrante do processo de aquisição de conhecimentos.

Referências

- Arigue, M. (1989) “Ingénierie Didactique”, In : Recherches en Didactique des Mathématiques, vol. 9.3. Paris.
- Barbosa, G. (1994) Raciocínio Lógico Formal e Aprendizagem em Cálculo Diferencial e Integral: O Caso da Universidade Federal do Ceará, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação – FAGED, Fortaleza.
- Barroso, N. M. C (2005) “Le concept de fonction chez les élèves de première année” Diplôme d’Études Avancées (DEA), Université Paris VI.
- Brousseau, G. (1986) “Fondements et Méthodes de la Didactique des Mathématiques”, Recherches en Didactique des Mathématiques, vol. 7.2, pp.33-116.
- Demo, P. (2000) Ironias da Educação: mudanças e contos sobre mudança. Rio de Janeiro: DP&A.
- Douady, R. (1986) “Jeux de cadres et didactique outil-objet”, In: Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 7.2, pp.5-31.
- Hoffmann, J. (1998) Pontos e Contrapontos: do pensar ao agir em avaliação. Porto Alegre: Mediação.
- Luckesi, Cipriano C. (1998) Verificação ou avaliação: o que pratica a escola?, Publicação: Série Idéias n. 8. São Paulo: FDE, pp.71-80
- Praslon, F. (2000) Continuités et ruptures dans la transition terminale S/DEUG Sciences en analyse. Le cas de la notion de dérivée et son environnement, Thèse de doctorat, Université de Paris 7 – Denis Diderot, Paris
- Robert, A. (1998) “Outils d’analyse des contenus mathématiques à enseigner au Lycée et à l’Université”, Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 18, No 2, pp.139-190.
- Rocha, E. M. (2008) Tecnologias Digitais e Ensino de Matemática: Compreender para Realizar, Tese de Doutorado em Educação, Universidade Federal do Ceará.