

GT – 19

Ana Cláudia – graduação - Demat /UECE

José Rogério Santana – Bolsista DTI/CNPq - Mestrando - FACED/UFC

Hermínio Borges Neto – Doutor – FACED/UFC

Cleiton Vasconcelos – Mestre – Demat /UECE

Márcia C. Oliveira Campos – Bolsista DTI/CNPq - Mestre – FACED/UFC

Laboratório Multimeios – FACED/UFC

O DESENVOLVIMENTO DE INTERVENÇÕES EM ATIVIDADES MATEMÁTICAS EM UM CURSO DE CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS À DISTÂNCIA

01. DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS INVESTIGADOS

O que é o TeleCabri/Tele-Ambiente ?

Desde 1999, um curso sobre construções geométricas elementares está se desenvolvendo no Laboratório Multimeios/FACED/UFC no âmbito do subprojeto TeleCabri parte integrante do Projeto Tele-Ambiente. O projeto possui como objetivo o desenvolvimento de ferramentas adaptativas e cooperativas. Com respeito ao projeto TeleCabri/Tele-Ambiente, este é baseado no projeto TeleCabri desenvolvido no Hospital Michallon de Grenoble (França) com estudantes com idade entre 11 e 20, e o curso foi desenvolvido pelo IMAG na Universidade Joseph Fourier. Neste curso os objetivos principais eram: a) Dar continuidade ao programa escolar de geometria durante o período em que os alunos estavam no hospital; b) Distribuir recursos de ensino através da tele-presença. Neste sistema cada emissão atendia uma média de 20 estudantes (Campos, p. 134-138, 1998).

O Tele-Ambiente é um projeto financiado pelo CNPq, e conta com o convênio do Laboratório Multimeios FACED/UFC e do Mestrado em Informática Aplicada da UNIFOR. Nesse projeto há três subprojetos e um deles é o TeleCabri/Tele-Ambiente. Ambos projetos usam o *software Cabri Géomètre II for Windows* e ambos os projetos trabalham com os fundamentos do ensino à distância. Entretanto o TeleCabri/Tele-Ambiente apresenta como objetivos trabalhar o processo cooperativo e adaptativo via os *software TELE* e *CADI* que estão sendo desenvolvidos no Projeto Tele-Ambiente, para viabilizar o desenvolvimento de ensino à distância para várias disciplinas.

Ao desenvolver o TeleCabri tornou-se necessário a construção de um banco de atividades que pode permitir o uso de assistências ao aluno, quando este desenvolve suas atividades. Ocorre que desenvolver esse banco de atividades para um curso à distância é algo complexo, pois os estudantes ao trabalhar algumas atividades, se não tiverem a sua disposição uma seqüência didática apropriada podem aprender conteúdos, mas estes podem ser aqueles que não permitem ao aluno chegar nos objetivos propostos pelo curso. Então decorre a necessidade de um processo de engenharia didática, apropriado ao ensino à distância considerando a realidade dos alunos deste curso.

No processo de modelização do banco de atividades, a interação e o saber matemático devem ser complementados pelo saber computacional de modo que ambos não sejam excludentes no processo de aprendizagem do aluno. Logo, a seqüência didática desenvolvida deve priorizar o processo de “Ensinação” do professor. Ao se fazer essa ação é levado em conta o processo de aprendizagem como uma extensão da concepção de preceptorado, enquanto um conjunto de processos, atividades e técnicas que permitem desenvolver o curso com o aluno.

A seqüência de Fedathi e o processo de Ensino

Assim os problemas investigados resultaram em dificuldades na construção de um preceptorado por parte dos participantes do grupo de trabalho TeleCabri. As atividades devem permitir ao aluno realizar o que conhecemos como Seqüência de Fedathi que consiste em viabilizar em termos de desenvolvimento de atividades para o curso de construções geométricas:

- i) Uma apresentação adequada ao aluno do problema proposto, de tal modo que seja possível a transposição didática do que o professor pretende ensinar;
- ii) Procurar adaptar a postura didática de não intervenção (mão-no-bolso) para que o estudante possa pensar e desenvolver as atividades (debruçamento);

- iii) Permitir o estudante formalizar sua solução para o problema proposto a partir das hipóteses e teses que surgiram no desenvolvimento do trabalho matemático;
- iv) Intervir junto ao estudante sua solução para o problema proposto com base em contra-exemplos globais e locais. Desta maneira seja viável uma nova prova da solução, no caso de contra-exemplo global, ou a reconstrução da prova como formalização e justificativa matemática para o contra-exemplo local do problema proposto, até que se possa chegar a uma prova que justifique a aprendizagem do aluno.

Deste modo o estudo proposto consiste em uma análise *a priori* do processo de intervenção à distância a partir do desenvolvimento das atividades que constituem o preceptorado básico do TeleCabri.

02. MÉTODO USADO NA INVESTIGAÇÃO

O processo de desenvolvimento das atividades consiste em um procedimento de investigação das condições necessárias e das possibilidades reais para o desenvolvimento de atividades matemáticas à distância no TeleCabri/Tele-Ambiente. Procuramos definir idéias que são utilizadas para a implementação do preceptorado à distância.

Banco de Atividades: É o conjunto de atividades com seus respectivos enunciados, possibilidades de solução, justificativa e processo de auxílio proposto para os estudantes. O banco de atividades é desenvolvido a partir de um processo de investigação cuja pesquisa é sobre os conteúdos que serão trabalhados no curso, neste caso construções geométricas elementares.

Dentro de cada enunciado é possível ter pelo menos duas soluções. A justificativa de cada solução constitui um conjunto de requisitos conceituais necessários ao desenvolvimento de outras assistências como: dicionário, textos e *links*. Essas assistências garantem a intervenção mínima do professor para uma atividade específica.

Deste modo o banco de atividades se presta em parte a apresentação dos enunciados e das assistências para suprir as necessidades dos alunos na execução das atividades, e possibilita a preparação do processo de intervenção do professor sobre outras assistências (solução, justificativa, intervenções). Cada solução constitui uma nova construção geométrica, e a mesma deve ter uma justificativa matemática para ser considerada um problema adequado ao estudo.

Tomando como exemplo o enunciado de uma atividade temos :

- “Trace uma reta paralela a uma reta r dada.”

A partir desse enunciado pode ocorrer várias construções que são usadas para o desenvolvimento das assistências e intervenções para que o estudante chegue ao resultado que é desejado, ou seja, o conhecimento científico matemático. Entretanto, há soluções para resolver o problema, que não são válidas por não apresentarem uma justificativa matemática. Nessa atividade destacamos o uso do comando “reta paralela” no *Cabri Géomètre II*. O comando é uma macro-construção que exige apenas um *click* fora da reta e um na reta para execução da construção. Ocorre que essa ação não justifica matematicamente a construção no enunciado proposto. Portanto, a construção pelo comando “reta paralela” para o enunciado da atividade em questão não é válida, pois o objetivo é levar o aluno a construção da sua “macro”.

Por outro lado, o uso do comando “reta perpendicular” no *Cabri Géomètre II* para construção da atividade, apresenta uma justificativa matemática que vai de encontro com o quinto postulado de Euclides. Ou seja, há uma justificativa matemática plausível para o uso do comando. Entretanto se o enunciado fosse:

- “Trace uma reta perpendicular a uma reta r dada.”

Seria inviável o uso do comando “reta perpendicular” pois o mesmo não apresenta uma justificativa matemática para construção de retas perpendiculares.

Portanto, a justificativa de uma atividade (a sua prova) é determinante na validade didática de uma solução proposta. Em outros termos se pode dizer que se algo é justificável matematicamente é válido em termos didáticos como uma possível solução para uma atividade proposta.

Logo, o desenvolvimento do banco de atividades, é a implementação dos conteúdos necessários ao desenvolvimento do curso. E o processo de intervenção junto aos alunos é desenvolvido com base nestes dados.

Sessões Individualizadas: Compreender o preceptorado desenvolvido sobre os conteúdos propostos, exige a experimentação em sessões individualizadas à distância com uso do *software NeetMeting 3.0* para efetuar o compartilhamento de arquivos do *Cabri Géomètre II*. Nestas sessões individualizadas em que há um aluno e um professor, é aplicado o preceptorado desenvolvido pelo grupo de pesquisa, e são observadas as dificuldades no processo de intervenção por parte dos estudantes e por parte do professor. Ou seja, ocorre uma análise dificuldades nos aspectos técnicos e pedagógicos do preceptorado quando se está trabalhando à distância. As sessões são filmadas e posteriormente analisadas e permitem compreender dificuldades no preparo da seqüência didática desenvolvida.

Reuniões com Grupo de Pesquisa: São momentos de criação e confrontação de idéias. São apresentadas as atividades e possíveis soluções, são desenvolvidas as dicas, as construções e a justificativa entre os pesquisadores que estão desenvolvendo o preceptorado, é a modelagem o processo mais difícil por exigir que em certos momentos os pesquisadores mudem sua postura frente os experimentos e os novos contra-exemplos que em certos momento derrubam idéias que outrora se acreditava estar adequada ao ensino do professor e a aprendizagem do aluno. Aqui a confrontação de idéias e a frustração é constante, mas é sobre tais fundamentos que é construída a base racional que permite desenvolver o curso de construções geométricas do TeleCabri/Tele-Ambiente.

A integração entre os resultados apresentados pelas sessões e o desenvolvimento das construções e justificativas permitem saber os pontos em que se deve investir em termos de esforço matemático para que o curso possa se aproximar do que é proposto pela seqüência de Fedathi.

Atividades: Como cada atividade integra elementos de assistência ao aluno como dicionário, textos matemáticos, curiosidades, *applets* em *Java* que mostram arquivos do *Cabri Géomètre II*, é fato que é importante o processo de

aquisição do manuseio dos comandos do *software* de modo integrado ao curso. Daí decorre que os módulos iniciais teriam como objetivo capacitar o estudante no uso das ferramentas computacionais integradas ao *software*, que equivale ao que se fazia antigamente ao trabalhar com desenho geométrico, que consistia em conhecer as ferramentas régua e compasso para depois trabalhar com construções geométricas. Como a régua e compasso não existem no computador, é necessário conhecer os limites e possibilidades do *software* antes do trabalho matemático inicial. Posteriormente, discute-se alguns conceitos e conteúdos fundamentais para efetuar transferência de medidas, relacionando-os as propriedades geométricas de figuras, como circunferência por exemplo, para finalmente se chegar aos módulos de estudo matemático, em que se pretende trabalhar (inicialmente) Construções Geométricas Elementares para prosseguir no estudo de Construções Algébricas.

Os conhecimentos necessários para a realização das construções geométricas não se adquirem apenas lendo ou ouvindo, mas sobretudo fazendo. No TeleCabri/Tele-Ambiente, pretende-se desenvolver um processo integrado, que facilitaria a aprendizagem tornando o estudo mais simples, dinâmico e acessível a todos os que desejem estabelecer bases realmente sólidas para um bom domínio de geometria. Mas acima de tudo tal aprendizagem deveria ocorrer ao estudante a partir da sua experiência como “matemático”, em outras palavras, permitir ao estudante resolver seus problemas como o matemático assim o faz consiste em assumir uma postura investigativa. Entretanto para se chegar neste ponto é necessário desenvolver atividades de modo que o desenvolvimento de uma atividade precede conceitualmente o desenvolvimento da atividade posterior e o aluno só pode avançar em conteúdos, a partir do momento em que pode resolver os problemas propostos, ou seja, sempre haverá um pré-requisito a alcançar. E neste ponto que os processos de intervenção são essenciais, pois como fazer com que o estudante tenha a liberdade para descobrir ? Mas descobrir o que é necessário ao desenvolvimento do módulo posterior ? E como fazer isto sem lhe roubar a liberdade de escolha em uma atividade. Logo a intervenção aqui consiste em sugerir e argumentar com contra-exemplos quando necessário. Disto

decorre que os processos de intervenção estão relacionados com as assistências e com as justificativas.

Processos de intervenção e Assistências: As assistências em uma atividade devem estar integrados aos objetivos da atividade, permitindo ao estudante conhecer pré-requisitos à atividade pelo dicionário e pelos textos sobre os conteúdos envolvidos. Também devem estar presente quando existem dificuldades com respeito aos comandos do *software* por meio de manuais de apoio, e ajudas específicas sobre os comandos. Em casos que se percebe que o estudante apresenta dificuldades matemáticas devem ser sugeridos textos específicos sobre os tópicos em que o aluno encontra dificuldade. Para tanto, deve ocorrer de algum modo um processo que permita análise dos conhecimentos do estudante, antes que este entre na atividade e durante a mesma. Já quando a dificuldade está em algum comando (com respeito ao manuseio), dependendo da dificuldade se remete ao manual do *software* ou para uma ajuda específica. Entretanto, sempre que possível que seja dado ao menos duas opções de escolha por parte do estudante com respeito as assistências. Mas somente quando se observar que o estudante não quer auxílio necessitando do mesmo é que se propõe sugerir que o mesmo veja esta ao aquela assistência. Por outro lado se espera que o mesmo atue de forma espontânea ou entre em contato com o professor por meio de recurso de voz. Mas de antemão o professor não deve apresentar uma resposta que solucione para o aluno seu problema.

Processos de Intervenção e Justificativas: As justificativas servem para avaliar possibilidades de resolução, bem como, formular questões específicas quanto o manuseio, bem como, para saber quais requisitos conceituais são necessários na construção de assistências para os professores questionarem seus alunos por meio de contra-exemplos. Para tal refinamento alguns modelos já existentes ora são incorporados na construção de uma forma adequada ao ensino de construções geométricas.

i) Modelo do livro didático

As atividades de construções geométricas propostas nos livros didáticos, geralmente, têm o objetivo de proporcionar a integração entre os conceitos

básicos da geometria e a prática das construções elementares através do desenho e seus instrumentos. Nessa estrutura o conteúdo é necessário a manipulação (pelo aluno) dos instrumentos básicos de desenho: lápis, régua e compasso.

Essas atividades de construções geométricas oferecem oportunidades de diálogo direto e presenciais do professor a medida que as dificuldades ocorrem. Deste modo podem ser trabalhadas para dar continuidade na seqüência da aprendizagem. Mesmo que as dificuldades não possam ocorrer pela falta de maturidade do aluno, há sempre um espaço dentro do bom senso, em que o professor estimula o aluno à dúvida com o complemento de outra atividade orientada fora do livro texto (que no caso pode ser um contra-exemplo proposto indiretamente como uma indicação em um texto específico).

ii) Modelo técnico

Consiste em expor uma seqüência de construção (um algoritmo) , o desenho da figura resultante daquela seqüência, mostrando o que deveria ser tal construção geométrica, tal prática de inspiração grega possui suas variações como a chamada situação caixa preta, em que se mostra uma figura e se pede sua construção a partir do que está feito. É como se fosse dito “faça igual”.

Ou as vezes se apresenta somente o algoritmo, mas o mesmo pode não ser um enunciado claro ao aluno levando-o para outras relações que geram aprendizagem, mas não geram a aprendizagem que se pretende que o aluno tenha. É o caso da atividade que expõe um algoritmo de construção de paralelas que leva a construção de um paralelogramo. Por fim o professor (crendo que o aluno entenderia o paralelismo), pergunta o que ele percebia na construção. O aluno responde que vê um quadrilátero, mas nem está atento ao paralelismo. Ou seja houve aprendizagem matemática, mas não aquilo que se desejava.

Portanto os modelos apresentados desvinculados, podem no computador gerar situações que não permitem que o aluno chegue aos objetivos propostos por um curso. Daí surge como uma necessidade a integração destes modelos em um

modelo técnico-pedagógico que permita associar a técnica das construções geométricas com as leis da geometria em atividades específicas e objetivas.

iii) Modelo técnico-pedagógico: Uma atividade desenvolvida com uso do computador em *software* de Geometria Dinâmica como *Cabri Géomètre II*, carece de experimentação por manipulação por parte do aluno. Na régua e no compasso, ocorre que uma atividade desenvolvida é algo estático, já no computador não. As atividades são manipuláveis e uma figura X pode ser transformada em uma figura X1, daí o experimento consiste em observar se a estabilidade da figura X se mantém em X1, X2, X3,...Xn. No entanto no computador só é possível conhecer vários exemplos, o que vai realmente confirmar uma construção é a justificativa do aluno daí a relevância da justificativa do professor como construção da formalização matemática por parte do aluno. Em suma a vantagem do computador consiste em permitir conhecer vários casos e a proposta do professor consiste sim, em propor situações limite que permitam a reformulação de idéias. Nisto se integram a explicação pedagógica dos conhecimentos científicos da geometria, bem como dos conhecimentos sobre as técnicas das construções geométricas que diferem do desenho geométrico.

O algoritmo das construções proposto como complemento na solução gráfica dos módulos são desenvolvidos com o objetivo de criar as intervenções. Essas intervenções por meio das construções dos alunos e das justificativas dos professores, ocorrem junto ao aluno no momento de tentativa frustrada ou dificuldade na construção da atividade proposta. A dificuldade para começar ou finalizar uma atividade tem duas fundamentações. Uma delas diz respeito a solução do problema proposto e a outra tem origem nas construções básicas. Para a primeira está sendo desenvolvido intervenções inteligentes como sugestões a partir dos algoritmos das possíveis soluções encontradas pelo grupo de estudo. Já a segunda, o caráter passo a passo do algoritmo pode ser mais importante que os conceitos, em certos casos, então será criado intervenções simples. A classificação em intervenções inteligentes e intervenções simples se deve a importância na execução do algoritmo para sanar as dificuldades.

Algumas sugestões surgiram a fim de sanar o problema das intervenções simples. Uma delas trata de tornar o algoritmo das construções básicas interativo com o aluno. O caráter interativo tem o objetivo de não permitir que o aluno incorpore passos escritos desse algoritmo, mas possa realizar, posteriormente, a dinâmica da construção mentalmente. Essas construções do tipo transferência de ângulo, transferência de segmento, marcação de pontos equidistantes, dentre outras, seriam feitas através de repetição passo à passo de construção previamente elaborada no programa *Cabri Géomètre II*.

A situação seria proposta em forma de tarefa e no momento seguinte a construção seria iniciada no *CabriJava* e repetida pelo aluno, de modo que não se mostrasse o passo seguinte sem uma resposta de construção do passo anterior. O limite de vezes de realização dessas construções não deverá ser tomado em conta, pois sempre será oferecido essa tarefa ao aluno quando no momento das dicas inteligentes houver como pré-requisito tais construções. Assim caberia ao aluno, acessar o “*link*” proposto, caso necessite refazer as construções ou relembra-las.

03. RESULTADOS PARCIAIS

O processo de modelagem do preceptorado humano desenvolvido para o projeto TeleCabri/Tele-Ambiente, e os experimentos controlados feitos com os estudantes do curso de pedagogia da FAGED/UFC, mostram que no processo de intervenção à distância os exemplos e contra-exemplos são essenciais quando os mesmos são complementados por áudio. Ou seja o efetuar e o ouvir são relevantes para a aprendizagem do aluno. No entanto uma seqüência didática mal elaborada pode levar o estudante à construção de conceitos que não fazem parte dos objetivos de estudo proposto.

Por outro lado o desenvolvimento se dá a partir das diversas soluções para uma atividade e suas respectivas justificativas via prova matemática. E a prova é essencial ao desenvolvimento de intervenções junto aos estudantes. Por outro lado ainda pouco sabemos sobre a fadiga do estudante ao trabalhar tais

questões com respeito a intervenção. O que sabemos é que uma sessão para ser adequada deve ter áudio, compartilhamento de arquivo, muitos exemplos e contra-exemplos, e a mediação deve ser utilizada somente quando o estudante solicitar, ou quando, ele não avançar rumo a uma solução adequada.

04. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seqüência de Fedathi no processo de construção de um curso de ensino de geometria à distância, representa um desafio novo no ensino de matemática com respeito ao desenvolvimento do processo de intervenção. Afinal como tornar compatível a intervenção do mediador com as possibilidades de desenvolvimento e criação do aluno, de modo que este seja levado a aprendizagem dos conceitos que se pretende ensinar ? Neste sentido é certamente mais difícil ensinar que compreender a aprendizagem, pois ensinar consiste em possibilitar o desenvolvimento de aptidões dos alunos sem negligenciar a capacidade criadora dos mesmos. Para tanto conhecimentos do conteúdo a ser ensinado, e conhecimentos sobre a tecnologia que deve ser usada, consiste em um estudo exaustivo sobre o processo heurístico e epistemológico da construção dos conhecimentos matemáticos em questão. Para tanto há momentos apropriados de intervenção e os questionamentos usados no desenvolvimento de uma seqüência didática para o aluno consiste em saber o que dizer e o quando dizer, ou ainda, quando não se deve dizer. O processo consiste em tornar possível ao estudante trabalhar sobre o trabalho que foi desenvolvido pelo professor. Portanto, o trabalho do professor tanto em uma seqüência didática à distância como presencial, consiste em trabalhar hoje para que amanhã seja a vez do aluno. Tal fato consiste em trabalhar juntamente com o aluno sem estar presencialmente com o mesmo. Logo, trabalhar com o ensino à distância exige que trabalhemos com os alunos ainda que os mesmos não estejam conosco no mesmo lugar e tempo. E o desenvolvimento do processo de intervenção é o meio que possibilita o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem no que concerne aos processos de ensino à distância.

05. BIBLIOGRÁFIA

01. BORGES NETO, Hermínio. A informática na escola e o professor. Fortaleza-CE: FAGED/UFC, 1998.
02. CAMPOS, Márcia C. Cabri-Géomètre: Uma aventura epistemológica. Dissertação, FAGED/UFC, Fortaleza-CE, 1998.
03. LOPES, Elizabeth Teixeira e KANEGAE, Cecília Fujiko. Desenho Geométrico – Texto & Atividades. 1a ed., Editora Scipione, vol.1,2,3 e 4, 1992.
04. SOURY-LAVARGENE, Sophie. Étayage et explication dans le préceptorat distant, les cas de TéléCabri. These, IMAG/CNRS/Université Joseph Fourier – Grenoble 1, Grenoble – France, 1999.