De: Eduardo Ochs
Data: 11/julho/2019
Sobre o abaixo assinado da turma de MD em 2018.2
As datas marcadas com “(?)” são aproximadas.
Versão incompleta — veja a data no rodapé

No final do semestre de 2017.2 me pediram pegar as turmas de Matemática Discreta, que eu tinha ensinado pela última vez em 2012.1; depois de 2012.1 as turmas de MD tinham ficado quase sempre com o Fernando Naufel, que agora queria trocá-las com alguém e passar a dar Geometria Analítica. Eu aceitei, e passei uma parte das férias organizando como eu daria o curso. Eu parti do pressuposto de que os alunos de MD teriam mais ou menos as mesmas dificuldades que os calouros alunos de GA costumam ter — e que vêm piorando nos últimos anos por causa da mudanças no ensino médio — e preparei um curso com muitos exercícios em vários níveis. Vou falar mais sobre a estrutura do meu curso na seção [???].

Em 2018.2 eu tive duas turmas de MD: uma de calouros, com 40 inscritos, e uma de repetentes com 9 inscritos. Vou me concentrar no que aconteceu na turma de calouros; vou chamá-la de a “turma grande”.

- Em 29/out/2018 a turma grande fez a P1.
- Em 3/dez/2018 eu dei as notas da P1 (com bastante atraso).
- Em 10/dez/2018 (?) pouquíssimos alunos da turma grande vieram na aula. Eu perguntei pros que vieram o que tinha acontecido com os outros alunos e eles disseram que não sabiam.
- Em 13/dez/2018, uma quinta-feira, a Ana Isabel falou comigo por WhatsApp e pediu pra gente se encontrar ao vivo pra conversar sobre mais mudanças nos meus horários. Eu já estava no Rio — em 2018.2 eu só estava ficando em Rio das Ostras de segunda a quarta, exceto nas semanas em que eu tinha reuniões de departamento do RCN nas quintas — e a gente marcou pra segunda feira.
- Em 17/dez/2018, segunda-feira, a Ana Isabel me mostrou um abaixo-assinado que alguns alunos de MD — não sei nem quais nem quantos, só vi as páginas sem nenhum nome de aluno — tinham feito e levado para uma reunião do Colegiado de Curso da Ciência da Computação.

1 O abaixo-assinado

Uma das folhas do documento que me mostraram tinha uma cópia do texto do abaixo-assinado que os alunos fizeram. Segue uma transcrição desta folha:

> Os alunos do primeiro período de Ciência da Computação 2018.2, vem por meio deste documento relatar alguns problemas em relação a disciplina de Matemática Discreta com o professor Eduardo Ochs, os alunos se queixam de:
>
> 1. Falta de planejamento efetivo e organização para aplicar provas, corrigir e fazer a vista.
> 2. Muita dificuldade de tirar dúvidas, fazendo com que os alunos precisem buscar uns aos outros para resolver os exercícios e tirar dúvidas.
> 3. Suas correções não são imparciais, para alguns ele aceita determinada resposta que para outro nem sequer explica sua linha de raciocínio.
> 4. Atrasos constantes de no mínimo 20 minutos, prejudicando o desenvolvimento da aula.
> 5. Tende a ser grosseiro quando recebe dúvidas de alunos.
> 6. Sempre que começa a demonstrar como se faz algum exercício, não o termina, deixando pontas soltas no raciocínio e pede para discutirem entre si sobre o pensamento não explicado.
>
> As queixas relacionadas só estão sendo relatadas agora porque o professor referido só liberou as notas da P1 no dia 3 de dezembro de 2018. Devido a média baixa da turma e os problemas referidos pelos alunos, os mesmos gostariam de solicitar trancamento da matrícula.

A solicitação dos alunos foi atendida na reunião sem que ninguém viesse verificar comigo quais das queixas tinham fundamento — e fico imaginando que a coordenação nem deve ter se dado ao trabalho de consultar a página do curso, que tem todas as fotos de todos os quadros tanto em JPG quanto em PDF[1] e um bocado de material além disso:

`http://angg.twu.net/2018.2-MD.html`

Imagino também que os alunos que levaram o abaixo-assinado na reunião do Colegiado não tenham mencionado que o curso de MD seria no esquema de “VR aberta”, em que a nota da VR substitui a pior nota dentre as notas da P1 e da P2, e nem que eu já os tinha avisado muitas vezes que *provavelmente* as notas da P1 seriam bem ruins, e explicado os motivos...

[1] O PDF é produzido a partir das fotos usando um script open source chamado “whiteboard”, que aumenta o contraste das fotos do jeito “certo” e gera imagens em preto e branco que ficam muito legíveis quando impressas. Em várias aulas eu distribuí pros alunos algumas cópias impressas de quadros de aulas anteriores pra que eles pudessem consultar definiçÕes, notação e exemplos que tinham sido feitos no quadro em bastante detalhe — e pra incentivá-los a consultarem o PDF com os quadros com frequência e não estudarem só pelo caderno e pelos livros-texto.

Uma das consequências desse abaixo-assinado ter sido acatado imediatamente sem verificação foi que vários alunos que me davam todos os indícios — durante a parte de cada aula dedicada a discussão de exercícios — de estarem sabendo muito bem a matéria do curso decidiram trancar a disciplina e fazê-la de novo no semestre seguinte.

O abaixo-assinado também pedia — numa página da qual eu não tenho foto — que eu não desse mais disciplinas para alunos calouros de Ciência da Computação.

2 O curso de Matemática Discreta

Eu organizei o curso de MD para ele acontecer em três "camadas" mais ou menos em paralelo. O primeira camada era toda baseada em *calcular coisas* num sistema de objetos matemáticos que inclui números, valores de verdade (**V**, **F**), conjuntos e listas; tudo nesta camada pode ser calculado num número finito de operações praticamente sem precisar de criatividade nenhuma. Dois exemplos:

$$\begin{array}{rcl}
(\forall a \in \{2,3,5\}.a^2 < 10) & = & (a^2 < 10)[a := 2] \land \\
 & & (a^2 < 10)[a := 3] \land \\
 & & (a^2 < 10)[a := 5] \\
 & = & (2^2 < 10) \land (3^2 < 10) \land (4^2 < 10) \\
 & = & (4 < 10) \land (9 < 10) \land (16 < 10) \\
 & = & \mathbf{V} \land \mathbf{V} \land \mathbf{F} \\
 & = & \mathbf{F} \\
 \\
\{\, 10x + y \mid (x,y) \in \{1,2,3\}^2, x < y \,\} & = & \{12, 13, 23\}
\end{array}$$

As três primeiras listas de exercícios — "Lista 1", "Lista 2" e "Notas sobre set comprehensions", disponíveis aqui,

http://angg.twu.net/2018.2-MD/20180813_lista_1.pdf
http://angg.twu.net/2018.2-MD/20180813_lista_2.pdf
http://angg.twu.net/LATEX/2018-2-MD-set-compr.pdf

eram só sobre essa primeira camada, e os alunos não tiveram grandes dificuldades com elas. Note que não pus acima o passo-a-passo para calcular $\{\, 10x + y \mid (x,y) \in \{1,2,3\}^2, x < y \,\}$ — ele está explicado na lista sobre "set comprehensions".

A segunda camada é parecida com a primeira, mas ela permite conjuntos infinitos, como $\mathbb{N}$ e $\mathbb{Z}$ — por exemplo, nela podemos usar expressões como "$\exists a \in \mathbb{Z}.5a = 1000$" e "$\exists a \in \mathbb{Z}.5a = 1002$" — cuja expansão seria infinita; para calcular o valor dessas expressões precisamos de "contas" com '...' em alguns passos, e argumentos em português — e o argumento para ver que $(\exists a \in \mathbb{Z}.5a = 1000) = \mathbf{V}$ é diferente do que mostra que $(\exists a \in \mathbb{Z}.5a = 1002) = \mathbf{F}$...

O livro principal que utilizamos no curso é o Edward Scheinerman, que começa na segunda camada, definindo pares, ímpares e divisibilidade em inteiros para tentar explicar o que são *definições*, *verdade*, *proposições*, *teoremas*, *provas*, e coisas assim. A grande maioria dos nossos calouros de Computação não consegue visualizar as coisas que ele tenta explicar, e o meu modo de tentar consertar isso era recorrendo à primeira camada. Por exemplo, nós fizemos várias definições diferentes de "a divide b" — umas com infinitos testes, outras com finitos, umas certas, outras erradas — e os alunos tentaram calcular cada uma delas em várias situações para desenvolverem intuição de como elas funcionavam, e para adquirirem prática com definições, com operações booleanas e com quantificadores. *Depois que eles tinham intuição suficiente sobre a "primeira camada" eles conseguiam entender o suficiente da "segunda camada"* — e do capítulo 1 do livro.

A terceira camada do curso é sobre *demonstrações* — numa linguagem que permite passos com "suponha" e "então" e argumentos muito mais complicados do que só séries de igualdades e desigualdades. É bem difícil ensinar demonstrações para alunos de primeiro semestre hoje em dia. A maioria deles — eu chutaria algo como 80% — tenta fazer as demonstrações num português que há alguns anos atrás nós consideraríamos incompreensível, e que é tão impreciso que fica difícil apontar exatamente onde estão os erros. Um modo de contornar este problema é apresentar algum modo de fazer demonstrações passo a passo que seja fácil de ler, que seja razoavelmente próximo de como costumamos escrever demonstrações em português, e que tenha regras precisas que nos permitam identificar passos errados. Nenhum dos livros-texto que usamos no curso, i.e., nem o do Edward Scheinerman nem o da Judith Gersting, faz isso, então eu modifiquei o sistema (informal) do Scheinerman pra que ele pudesse ser visto como uma espécie de "front-end" do sistema LK do Gentzen:

http://angg.twu.net/LATEX/2018-2-MD-sequentes.pdf
http://angg.twu.net/LATEX/2018-2-MD-demonstracoes.pdf

Isto é um exemplo de uma demonstração no sistema "baseado no Scheinerman":

1) Suponha $a \in \mathbb{Z}$
2) Suponha $\mathsf{impar}(a)$
3) Então $\mathsf{impar}(a)$
4) Então $\exists b \in \mathbb{Z}. 2b+1=a$ (Por 3, def)
5) Suponha $b \in \mathbb{Z}, 2b+1=a$
6) Então $\begin{aligned} a^2 &= (2b+1)^2 \\ &= 4b^2+4b+1 \\ &= 2(b^2+2b)+1 \end{aligned}$
7) Então $2b^2+2b \in \mathbb{Z} \land 2(b^2+2b)+1=a^2$
8) Então $\exists c \in \mathbb{Z}. 2c+1=a^2$ $\quad(c := 2b^2+2b)$ $\quad(\exists F)$
9) Então $\mathsf{impar}(a^2)$
10) Então $\mathsf{impar}(a^2)$ (Usa 4, fecha 5) $(\exists D)$
11) Então $\mathsf{impar}(a) \to \mathsf{impar}(a^2)$ (fecha 2)
12) Então $\forall a \in \mathbb{Z}. \mathsf{impar}(a) \to \mathsf{impar}(a^2)$ (fecha 1) $(\forall D)$

As anotações como "(∃F)" e "(∀D)" à direita indica que regras usamos: para concluir a linha 8 usamos a "regra fácil do '∃' ", e para concluir a linha 12 usamos a 'regra difícil do '∀' ".

Meu plano inicial era compararmos esse dois sistemas, o baseado no Scheinerman e o LK, com a versão do sistema Fitch usada no livro do Barwise/Etchemendy ("Language, proof, and logic"), que o Fernando Naufel usou em alguns dos semestres em que ele deu Matemática Discreta, mas não deu tempo... acabamos vendo só algumas idéias do Fitch, e usando a regra de "tautological consequence" dele (na parte sobre "regras admissíveis" do curso).

3 Quadros

A página do curso era sempre atualizada para ter fotos de todos os quadros de todas as aulas, tanto em JPG (fotos originais, um arquivo para cada quadro), quanto em PDF (um arquivo só, com as todas as fotos das duas turmas convertidas para P&B por um script do ImageMagick chamado whiteboard). Links:

`http://angg.twu.net/2018.2-MD.html`
`http://angg.twu.net/2018.2-MD/2018.2-MD.pdf`

Isso era pra que 1) os alunos não *precisassem* copiar os quadros e pudessem dedicar mais tempo da aula fazendo exercícios em grupo (veja a sec.4), 2) eles pudessem checar se copiaram algo errado, 3) eles pudessem imprimir os quadros — possivelmente na versão PDFizada — pra rever a matéria antes das provas e checar detalhes, como por exemplo, a sintaxe da notação matemática.

4 Auto-correção

Eu estruturei o curso de MD pra que ele fizesse os alunos se tornarem *autônomos* o mais rápido possível — autônomos no sentido de que eles *geralmente* conseguiriam corrigir os próprios exercícios e os dos colegas. Uma das primeiras coisas que eu distribuí impressas pros alunos foi isto aqui, que eu tinha escrito alguns semestres antes pro curso de Geometria Analítica:

> 2) Cada "seja" ou "sejam" que aparece nestas folhas é uma definição, e você pode usá-los como exemplos de definições bem-escritas (ééé!!!!) pra aprender jeitos de escrever as suas definições.
>
> 3) Em "matematiquês" a gente quase não usa termos como "ele", "ela", "isso", "aquilo" e "lá" — ao invés disso a gente dá nomes curtos pros objetos ou usa expressões matemáticas pra eles cujo resultado é o objeto que a gente quer (como nas pags (...) e (...))... mas *quando a gente está discutindo problemas no papel ou no quadro* a gente pode ser referir a determinados objetos *apontando pra eles com o dedo* e dizendo "esse aqui".

4) Se você estiver em dúvida sobre o que um problema quer dizer tente escrever as suas várias hipóteses — a prática de escrever as suas idéias é o que vai te permitir aos poucos conseguir resolver coisas de cabeça.

5) Muitas coisas aparecem nestas folhas escritas primeiro de um jeito detalhado, e depois aos poucos de jeitos cada vez mais curtos. Você vai ter que aprender a completar os detalhes.

6) Alguns exercícios destas folhas têm muitos subcasos. Nos primeiros subcasos você provavelmente vai precisar fazer as contas com todos os detalhes e verificá-las várias vezes pra não errar, depois você vai aprender a fazê-las cada vez mais rápido, depois vai poder fazê-las de cabeça, e depois você vai começar a visualizar o que as contas "querem dizer" e vai conseguir chegar ao resultado graficamente, sem contas; e se você estiver em dúvida se o seu "método gráfico" está certo você vai poder conferir se o "método gráfico" e o "método contas" dão aos mesmos resultados. Exemplo: p.(...).

7) Uma solução bem escrita pode incluir, além do resultado final, contas, definições, representações gráficas, explicações em português, testes, etc. Uma solução bem escrita é fácil de ler e fácil de verificar. Você pode testar se uma solução sua está bem escrita submetendo-a às seguinte pessoas: a) você mesmo logo depois de você escrevê-la — releia-a e veja se ela está clara; b) você mesmo, horas depois ou no dia seguinte, quando você não lembrar mais do que você pensava quando você a escreveu; c) um colega que seja seu amigo; d) um colega que seja menos seu amigo que o outro; e) o monitor ou o professor. Se as outras pessoas acharem que ler a sua solução é um sofrimento, isso é mau sinal; se as outras pessoas acharem que a sua solução está claríssima e que elas devem estudar com você, isso é bom sinal. *GA é um curso de escrita matemática:* se você estiver estudando e descobrir que uma solução sua pode ser reescrita de um jeito bem melhor, não hesite — reescrever é um ótimo exercício.