

# **Análise/resolução da parte teórica do Teste de Sistemas Operativos LEI+LCC**

19 Junho 2013

Francisco Soares de Moura

## **Pergunta 1:**

*Suponha que o seu computador pessoal está cada vez mais lento e que pode escolher entre (a) desfragmentar o disco, (b) duplicar a capacidade da memória central ou (c) substituir o leitor de DVD por um disco de estado sólido (SSD) de capacidade "reduzida", 128 GB. Ignorando os custos das opções b e c, em que circunstâncias optaria por cada uma dessas alternativas? Não se esqueça de dar detalhes (e.g. usaria o SSD para.., o disco está fragmentado porque...) e descrever os benefícios de cada uma das alternativas.*

## **Análise:**

É preciso ter cuidado com questões como esta. Em primeiro lugar, porque são várias alíneas; deve ser encarada como um Grupo de questões e não apenas uma. Não basta dizer que opta por uma delas e ignorar as restantes. Tem de demonstrar conhecimentos em todas... Caso contrário, a cotação máxima será 1/3. Em segundo lugar, a pergunta tem um detalhe logo à entrada: trata-se do SEU computador pessoal e isso elimina liminarmente as habituais respostas cautelosas e evasivas do género "se o computador fosse usado para...". Essa teria sido uma resposta excelente em testes anteriores mas não aqui, o computador é SEU e tem obrigação de saber como o usa. Ao responder com várias hipóteses de utilização está a tentar despejar o saco na esperança que algures lá dentro esteja a resposta correcta.

Além disso, de acordo com a "cábula" fornecida no texto "Vou fazer Sistemas Operativos", para cada uma das alíneas propostas terá de mostrar que sabe de que se trata (ie. não comece com a fragmentação causa lentidão ... sem antes ter explicado correctamente o que é a fragmentação e porque surge. E já agora espreite com mais atenção para os seus elementos de estudo. Fragmentação é um problema, sim, mas fragmentação em memória central é completamente diferente da fragmentação no disco... Não mergulhe de cabeça para a fragmentação externa e interna (aliás sem explicar o que são). Sabia que para aproveitar qualquer espaço livre, contrariamente aos velhinhos sistemas de memória real com alocação contígua, no disco faz-se descaradamente alocação descontígua, ou seja, os ficheiros são à partida divididos em blocos pequenos (4KB?) e potencialmente espalhados pelo

disco fora onde quer que haja espaço livre. Tal como numa tabela de páginas da memória virtual paginada, existe uma estrutura de dados que dá a localização física dos blocos, mantendo assim a contiguidade lógica (ou seja, o programador pode pesquisar sequencialmente dentro de um ficheiro e o sistema encontra sempre o bloco seguinte, esteja ou não fisicamente contíguo. Falar em fragmentação interna e externa com blocos pequenos (4KB)? sem explicar mais nada é asneira grossa. Também convém perceber que "fragmentar" um disco não é "formatar" nem criar duas partições, cada uma com o seu sistema operativo.

Não responda com frase óbvias que nada adiantam nem o distinguem de um colega ou mesmo do cidadão comum. Não escreva "se achasse que é falta de memória, duplicaria a memória" ou "trocara o DVD se achasse que não preciso de usar DVDs"... Esta é a altura de achar alguma coisa (é o seu computador, lembra-se?), no mínimo explique como consegue perceber ou monitorizar se é falta de memória. Não diga que se achasse que o sistema está lento (porque isso já diz o enunciado) trocava o DVD por um SSD sem explicar primeiro porque um SSD é rápido. Só rápido? Em relação a quê? Compare um disco SSD com um disco HD, já que comparar discos com DVDs é misturar alhos com bugalhos. E... haverá mesmo quem esteja convencido que se usa um DVD para área de swap?

Posto isto, o que é a fragmentação em disco, como vê se o seu disco está fragmentado e se é ou não grave? Qual a forma de desfragmentar? Quanto tempo demora, pode ser em tempo real enquanto está a trabalhar ou deixa ficar ligado durante a noite? Em resumo, hoje devia desfragmentar o seu disco ou não? Com que comando(s)?

E memória? Duplica a RAM, memória real? Será disparate dizer que duplica a memória virtual? Há alguma relação linear entre memória real e virtual? Como sabe se precisa de aumentar a memória real? O que faz com o seu computador, como vê que está livre e ocupado? Que benefício espera ter ao duplicar a RAM? Não basta dizer "melhora" ou "fica mais rápido", isso já diz o enunciado... Acha que melhora o tempo de carregamento do disco, como alguns disseram? Acha mesmo que o disco funciona mais depressa quando a memória aumenta?? Tem a certeza?

E agora, o SSD. Note que a pergunta foi sugerida por um anúncio de uma empresa de informática que se propõe fazer essa mesma modificação! Deve fazer sentido... E faz, porque não havendo rotação do disco não tem tempo de posicionamento na pista nem tempo de rotação! Mas... formata o SSD e o que coloca nesse disco? Muitos filmes, a sua colecção de DVDs ripados? Claro que não, deve colocar o SSD como disco de arranque, com o sistema operativo, bibliotecas e aplicações. A capacidade é reduzida, não vai dar para a colecção de mp3 e mp4. Eventualmente poderá ter uma pasta para aí colocar os documentos de trabalho, sem esquecer de os sincronizar (rsync?) com a pasta original. E vai querer desfragmentar de vez em quando? Não? Porquê?

Finalmente, no caso concreto do seu computador, se só pudesse escolher uma opção, sem olhar ao custo, qual escolheria? Porquê?

## **Pergunta 2:**

*Imagine que se usou o algoritmo seguinte para a marcação no Blackboard das apresentações dos trabalhos práticos de diversos grupos de 2 alunos: um dos elementos do grupo procura um "slot" livre, inscreve o seu nome e depois comunica ao seu colega o número do slot escolhido para ele também proceder à inscrição nesse slot. Infelizmente verificaram-se dois casos em que um dos elementos do grupo se inscreveu mas quando o colega tentou já encontrou o slot cheio com um elemento do outro grupo. Os líderes dos dois grupos afectados afirmam que se inscreveram em slots livres.*

*Consegue explicar o que se terá passado? Consegue propor uma solução para apresentar aos responsáveis pelo Blackboard? Que problemas terá essa solução? Pode usar um mecanismo de sincronização à sua escolha (incluindo semáforos).*

## **Análise:**

Para começar, pergunte a si mesmo/a "o que há de errado com o Blackboard"? A esmagadora maioria dos alunos referiu com muita ligeireza a palavra "incoerência", dando a entender que o Blackboard estará mal programado ou terá um bug. Falta-lhe exclusão mútua (ou, como também foi referido, falta "exclusividade", algo que em português tem um significado completamente diferente...). E a partir daí, improvisa-se um conjunto de banalidades que no geral descrevem essa suposta falha de programação concorrente, sem identificar o local onde ocorreria e a sequência/timing de eventos que a pode causar.

Mais devagar. O Blackboard não tem culpa. Nem tem erros, que se saiba. O que se passa é que na inscrição de turnos/grupo, há um conjunto de vagas, qualquer aluno é candidato a preencher essas vagas e o sistema não distingue alunos. Limita-se a aceitar inscrições até o grupo ficar cheio. No caso de 2 alunos se tentarem inscrever no último lugar vago, espera-se que um tenha sucesso e o outro seja brindado com uma mensagem de erro ou indicação que o grupo está cheio. Se houver 2 lugares, aceita naturalmente inscrições de quem fez trabalhos diferentes. Note ainda que não vale a pena pensar em esquemas elaborados com passwords atribuídas ao segundo elemento de cada grupo de trabalho para ninguém mais se inscrever nesse grupo. Além da dificuldade de gerir passwords, estaria a andar às voltas --- para o Blackboard saber quem são os pares de alunos, teria de ter havido antes um inscrição idêntica à que está a fazer agora!!!

Na realidade o que se passou foi uma utilização do Blackboard para algo que este sistema não foi desenhado para fazer. Pretendia-se que cada grupo do Blackboard correspondesse a um par de alunos que realizou trabalho prático. Com isso, os professores pretendiam (1) ficar a saber quem eram os elementos de cada grupo e quantos grupos seriam necessários (eliminando assim as desistências) e (2) garantir através da inscrição que os dois alunos conheciam o "slot" de apresentação dos trabalhos. Tudo isto podia ter sido feito por mail, com mais trabalho e sem garantia de entrega de mail.

Então não há problema? Não há necessidade de exclusão mútua? Sim, tem de haver sincronização, mas onde? Não basta dizer que se coloca um lock à entrada e se liberta o lock à saída, é preciso é identificar a "entrada" e a "saída". E ainda seria preciso mostrar a implementação da solução, por exemplo com operações de inicialização P() e V() sobre semáforos, algo que é muito diferente de reproduzir o pseudo-código de implementação de semáforos.

O que é preciso é perceber o workflow dentro do Blackboard. Cada par de alunos tem de descobrir um slot sem inscrições. Como o Blackboard não tem essa possibilidade (mesmo que tivesse, o problema subsistia...) o líder de cada grupo deve pesquisar nos grupos e respeitar o protocolo de não se inscrever se esse grupo já tiver um aluno inscrito. Pesquisar significa pedir através do browser do seu computador que o servidor devolva uma página com o estado do grupo: vazio, com uma inscrição ou totalmente cheio. Isso demora tempo, pode ir até vários segundos. Se o grupo estiver vazio, esse aluno provavelmente inicia a sua inscrição. Isso demora ainda mais tempo, é preciso abrir uma nova página Web e preenchê-la: depende da destreza com o teclado e rato mas pode chegar facilmente de várias dezenas de segundos a mais de um minuto. Como vê, o acesso não tem de ser simultâneo mas há um período crítico em que se outro aluno aceder ao mesmo grupo, ele ainda está vazio. Ambos confirmam que está vazio, ambos iniciam a inscrição, ambos ficam no mesmo grupo apesar de não terem feito trabalho juntos. É assim que funciona o Blackboard. Repare que um *refresh* da página não dá garantias. O sistema só sabe que a inscrição foi feita quando actualiza o estado no disco e nessa altura faria então *refresh* à página do outro líder. No entanto, esse segundo aluno pode já ter avançado para a página de inscrição. Seria complicar muito a lógica do Blackboard.

Qual é a solução? Se formos pessimistas, então temos de impedir que o hipotético líder de outro grupo "veja" que o slot está vazio quando de facto já pode estar a ser preenchido pelo líder do primeiro grupo. A haver região crítica, ela estará ANTES de mostrar o número de lugares vagos porque o segundo líder não pode ver grupos vazios que possam ser escolhidos pelo primeiro. E essa região só termina DEPOIS do primeiro líder concluir a inscrição. Basta criar um semáforo com valor inicial 1, no servidor executar um P() antes de devolver a página com o estado do slot e executar um V() no final da inscrição. Assim garante-se que o segundo grupo não vê aqueles lugares vazios, nem os pode escolher porque fica bloqueado no semáforo.

Note que não fica em espera activa!

No entanto, este comportamento é mau. Embora aparentemente resolva o problema, é um facto que bloqueia o acesso aos slots enquanto não for realizada a inscrição. O líder podia abrir a página, ver que há lugares livres, ir à procura do colega ou esperar umas horas e finalmente inscrever-se ou fechar o browser e deixar o slot bloqueado. Pior seria se só existisse um semáforo para todos os slots, e nesse caso ninguém mais se inscreveria. Note que aqui não chega colocar *timeouts*, como alguns sugeriram. Porquê 10 segundos? Quem conta esses 10 segundos e impede o 2º líder de iniciar a inscrição a fim desse tempo? E como se impede o primeiro de avançar para a inscrição após esses 10 segundos acabarem? Os 10 segundos incluem exactamente o quê? O tempo desde que vejo um slot livre até que me inscrevo?

É aqui que começamos a perceber a necessidade de "exclusão mútua" (melhor dizendo atomicidade) numa sequência de operações: ler, actualizar. E de não bloquear o acesso aos slots quando alguém já viu um slot livre (por exemplo para listar as inscrições até determinado momento). Precisamos de soluções mais elaboradas como os Leitores/Escritores e o *commit/abort* das bases de dados... No entanto, neste caso bastaria ter criado grupos só com um aluno e delegar nesse a responsabilidade de comunicar ao professor o nome do colega associado a esse slot. Mas não era a mesma coisa, nem tinha dado esta pergunta no teste...

E, para terminar, falou-se aqui em líder de um grupo de trabalho. O que é, do ponto de vista informático? Como se sabe quem é ou como se elege um líder? Para que serve o líder, que problema resolve? Bem, sem líder podia acontecer que um aluno se inscrevesse no slot 10, ligasse para o colega a indicar esse número e o colega respondesse "tem piada, ia ligar-te agora para te dizer que me inscrevi no slot 25"... Agora são 2 alunos que deviam estar juntos mas estão inscritos em slots diferentes. Qual é a solução para isso?