

Estilos de Pesquisa Correntes em Computação

Com alguma frequência se ouve dizer que a Computação ou Informática é uma área nova no campo das ciências, e que está em *franco desenvolvimento*. Mas isso não justifica que o método científico específico da área de Computação tenha de ser vago e que tantas monografias sejam escritas sem um embasamento metodológico adequado.

Essa discrepância de estilos de pesquisa e baixa conformação à metodologia científica acontecem não só pelo fato de a área ser nova, mas também pelo fato de que a Computação permeia praticamente todas as atividades humanas, e, portanto, se inter-relaciona com muitas outras disciplinas.

A própria observação do surgimento dos primeiros cursos de Ciência da Computação no Brasil é evidência dessa variedade de abordagens e inter-relacionamentos. Alguns cursos surgiram nas faculdades de Engenharia. Em outras universidades, os cursos de Computação foram oriundos das faculdades de Matemática ou de Física. Em alguns casos ainda, cursos de Computação surgiram a partir de departamentos de processamento de dados cuja finalidade era a prestação de serviços e não o ensino.

A variedade de cursos, e mesmo de denominações, causou grande confusão no cenário nacional até aproximadamente o ano 2000. Até essa data, cursos na área poderiam ser denominados “Bacharelado em Ciência da Computação”, “Análise de Sistemas”, “Bacharelado em Informática”, “Engenharia de Computação”, “Engenharia de Informática”, e assim por diante. Usualmente, não havia nenhum tipo de correspondência entre a denominação do curso e o tipo de formação que era oferecido. Após o ano 2000, os cursos da área foram definidos pela Comissão de Especialistas de Ensino de Computação e Informática, do Ministério da Educação, em apenas quatro denominações:

- Bacharelado em Ciência da Computação.
- Bacharelado em Sistemas de Informação.
- Licenciatura em Informática.
- Engenharia de Computação.

Tal classificação, porém, ainda é imprecisa, sendo que em muitos casos um licenciado em Informática poderá perfeitamente exercer as atribuições de um bacharel em Sistemas de Informação. Por outro lado, um engenheiro de Computação poderá dar aulas de Informática, e assim por diante.

Se as ideias já são difusas na nomenclatura dos cursos, quanto mais na pesquisa realizada pelos profissionais da área.

Este capítulo apresenta uma possível classificação para os tipos de pesquisa realizados em Ciência da Computação e áreas correlatas, considerando o grau de amadurecimento da pesquisa na subárea específica, bem como seu inter-relacionamento com outras ciências. Essa classificação é baseada em uma discussão

ocorrida na lista [sbcs-1@sbcs.org.br](mailto:sbc-1@sbcs.org.br) há cerca de 10 anos.

2.1. Estilo “Apresentação de um Produto”

Dentre as áreas emergentes dentro da Computação, ou seja, aquelas que, mesmo para a Computação, são consideradas muito novas, é aceitável uma pesquisa em que simplesmente se procura apresentar algo novo. Nessas áreas, a pesquisa é eminentemente exploratória, sendo difícil comparar um trabalho com trabalhos anteriores, pois estes podem não existir.

Sendo assim, as pesquisas nessas áreas apresentariam resultados da forma “Fiz algo novo. Eis meu produto”. É muito pouco provável que áreas mais maduras reconheçam pesquisas apresentadas assim.

Exemplificando: um artigo do tipo “um novo método para análise de sistemas” dificilmente seria aceito em um evento de Engenharia de Software, a não ser que o autor apresentasse claramente os problemas com os *velhos* métodos e como o seu *novo* método os resolve. Outro exemplo consiste em artigos ou trabalhos que apresentam uma ferramenta ou protótipo. Normalmente existe pouca preocupação em apresentar comparativos com outras ferramentas. Alega-se que não existem ferramentas iguais, o que normalmente é até verdade. Mas se uma ferramenta ou protótipo construído justificasse a concessão do título de mestre, por exemplo, as universidades distribuiriam diplomas de mestre a todos os analistas e programadores que criam ferramentas diariamente nas suas empresas, não é mesmo? Evidentemente existe algo mais.

De qualquer maneira, apresentações desse tipo normalmente são ingênuas e devem ser evitadas. Mesmo que se esteja trabalhando em uma área nova do conhecimento, é interessante que a pesquisa demonstre que se está resolvendo um problema relevante. Se o problema é relevante, então provavelmente já se tentou resolvê-lo, e a partir daí, já é possível traçar um comparativo. O aluno da catapulta, mencionada anteriormente, apresentou uma solução para o problema sem ter tomado conhecimento de outras soluções que já existiam, e por isso falhou em sua pesquisa.

Um tipo de artigo que se encaixa muito bem nessa categoria é aquele em que o aluno desenvolve um sistema e escreve um artigo apresentando-o. Não há comparativos, não se apresenta nenhum conhecimento novo, a não ser o sistema em si, e, portanto, esse tipo de artigo tem poucas chances de ser aceito em um veículo de publicação relevante. Muitas vezes, tais artigos são vistos mais como uma *propaganda* do grupo que desenvolveu o sistema do que como uma contribuição científica. Em outras palavras, artigos do tipo “manual da ferramenta” devem ser evitados.

Esse tipo de publicação poderá ter seu espaço em sessões especiais de apresentação de ferramentas, ou em eventos cujo tema seja a aplicação da informática a alguma outra área, como, por exemplo, a Medicina, a Educação e outras. Mesmo assim, essas áreas têm, cada vez mais, exigido que os artigos apresentados sejam mais do que uma mera descrição de um sistema, que tragam conhecimento novo para a área e, principalmente, comparem o trabalho apresentado com trabalhos anteriores.

O desenvolvimento de um sistema e sua apresentação podem ser considerados um trabalho relevante em cursos de graduação ou especialização, desde que fique evidente que o aluno aplicou técnicas no sistema ou no processo de desenvolvimento do sistema aprendidas durante o curso. Dificilmente esse tipo de trabalho seria aceito no mestrado e doutorado.

2.2. Estilo “Apresentação de algo Diferente”

Um segundo tipo de pesquisa, um pouco mais amadurecido, consiste na apresentação de uma forma diferente de resolver um problema. Esse tipo de pesquisa também é característico de áreas emergentes, e os trabalhos normalmente são apresentados como uma simples comparação entre técnicas, em que não se exige necessariamente rigor científico na apresentação dos resultados. As comparações normalmente são muito mais qualitativas do que quantitativas.

Um exemplo típico desse tipo de pesquisa seria um trabalho em Engenharia de Software no qual se apresenta uma nova técnica para realizar algo, em que se compara essa técnica com outras técnicas existentes (não necessariamente todas e não necessariamente as melhores, muitas vezes por falta de uma métrica para decidir sobre isso), e em que se apresenta um ou dois estudos de caso para reforçar o argumento.

Os resultados de um artigo deste tipo poderão ser aceitos em algum veículo de publicação, desde que os argumentos utilizados pelo autor sejam convincentes.

Um estudo de caso raramente prova alguma coisa, e a possibilidade de generalizar o resultado é responsabilidade do autor do texto, não do leitor. Se o método funcionou no estudo de caso A ou no estudo de caso B, isso não quer dizer que funcionará sempre. Não há aqui, portanto, prova com rigor científico, mas uma tentativa de convencimento do leitor.

Apesar disso, o estudo de caso pode servir para provar que um método consagrado falha em uma ou outra situação. Esse resultado, sim, poderia ser interessante desde que o motivo da falha fosse claramente identificado e uma solução para o problema fosse proposta e validada.

Esse tipo de pesquisa é típico em áreas novas nas quais não se dispõe de grandes bases de dados para testar teorias empiricamente, ou quando o tempo e os recursos

necessários para realizar a pesquisa empiricamente são inviáveis.

Para que esse tipo de pesquisa funcione é necessário que se tenha uma boa hipótese de trabalho, uma boa teoria construída para sustentá-la e uma boa argumentação para fazer com que um eventual leitor se convença da validade da teoria, mesmo sem poder testá-la com métodos estatisticamente aceitos.

Em relação à hipótese, convém mencionar que ela é o coração da monografia. Se a hipótese for mal escolhida, o trabalho pode não alcançar os objetivos. Nesse caso, quem é penalizado? O aluno! Portanto, uma boa hipótese com evidências de efetividade deve ser buscada.

Trabalhos de mestrado e doutorado, em geral, propõem algo: um novo método, uma nova ideia, um novo sistema etc. Porém, “propor” algo é fácil. Difícil é mostrar que a proposta apresenta algum tipo de melhoria em relação a outras propostas semelhantes que existem por aí.

Por exemplo, propor um método de compressão de textos mais eficiente do que os que atualmente estão no mercado é possível e até louvável como objetivo de uma tese. Mas daí o problema é: como criar um método mais eficiente do que os atuais? É necessário ter uma boa hipótese.

Uma hipótese, segundo a [Wikipédia \(2008\)](#), é uma teoria provável, mas ainda não demonstrada, ou uma suposição admissível. A hipótese norteia o trabalho de pesquisa justamente porque ainda não se sabe se ela é efetivamente verdadeira. Ela será testada ao longo do trabalho. Caso se confirme, o trabalho terá sido um sucesso. Caso não se confirme, será necessário juntar os cacos e tentar outra linha de pesquisa. Por isso é que é necessário ter uma hipótese bem embasada e justificada. O risco é sempre do aluno.

Uma das formas de aumentar a chance de sucesso desse tipo de trabalho é estruturá-lo na forma de uma tabela comparativa. A ideia é que não se vai criar algo simplesmente diferente daquilo que já existe, mas algo que incorpore várias características importantes em um mesmo artefato. Idealmente o trabalho começa com uma boa pesquisa bibliográfica para se descobrir quais são as formas correntes usuais para se resolver o problema em questão. Em seguida, analisam-se diferentes propriedades de cada uma das abordagens, construindo uma tabela como a da [Figura 2.1](#).

	Característica 1	Característica 2	Característica 3	Característica 4
Artefato 1	X	X		
Artefato 2	X			X
Artefato 3		X	X	X

Figura 2.1 Exemplo de tabela comparativa de artefatos e características.

Uma vez identificados os artefatos usados para resolver o problema em questão e as principais características desses artefatos, pode-se proceder à criação ou definição de um novo artefato que abranja todas as características, conforme a [Figura 2.2](#).

	Característica 1	Característica 2	Característica 3	Característica 4
Artefato 1	X	X		
Artefato 2	X			X
Artefato 3		X	X	X
Novo Artefato	X	X	X	X

Figura 2.2 Proposta de um novo artefato que tenha todas as características dos anteriores.

Esse novo artefato será diferente dos demais, pois seu conjunto de características não é possuído por nenhum dos outros artefatos isoladamente. O novo artefato será útil na medida em que as características forem efetivamente relevantes. E a tabela comparativa será uma boa ferramenta para a pesquisa, caso as características possam ser efetiva e independentemente verificadas.

2.3. Estilo “Apresentação de algo Presumivelmente Melhor”

Áreas um pouco mais amadurecidas do que as anteriores exigem que qualquer nova abordagem apresentada seja comparada quantitativamente com outras da literatura. Na falta de bancos dados (*benchmark*) internacionalmente aceitos ou acessíveis, o próprio autor do artigo acaba criando e realizando os testes que demonstram que a sua abordagem é melhor do que outras.

Um problema com esse tipo de pesquisa é que o autor terá de testar a sua abordagem e também as outras, que constam da literatura, resultando em excesso de trabalho, além de, possivelmente, introduzir o risco de erro, visto que não há garantias de que as abordagens apresentadas na literatura estejam testadas nas melhores condições pelo autor do trabalho. Sendo assim, tais comparações muitas vezes são temerárias. Para que uma pesquisa desse tipo seja bem aceita, é necessário que o autor deixe bem claro a forma como aplicou cada uma das técnicas e que isolou todos os fatores que poderiam possivelmente afetar os resultados.

De qualquer maneira, uma abordagem para um determinado problema que se revela melhor do que outras abordagens requer alguns cuidados. Em primeiro lugar, o pesquisador deve se certificar de que está comparando a nova abordagem

com alguma outra que seja do estado da arte. Em computação, muitas vezes é inadmissível apresentar um método e compará-lo com outro **de uma referência bibliográfica** de 15 anos atrás. Mesmo que o novo método seja melhor que o antigo, o artigo terá pouca credibilidade, a não ser que o autor deixe bem claro que nos últimos 15 anos não houve nenhum avanço nessa área. Um artigo, porém, que apresente melhorias em relação a um processo publicado recentemente, digamos, no máximo um ou dois anos, terá mais credibilidade.

Não é necessário, porém, que o autor de algum método novo demonstre que o seu método é melhor que outro método do estado da arte para toda e qualquer situação. É possível, muitas vezes, apresentar métodos ou abordagens que funcionam melhor em determinadas situações. Nesse caso, o artigo deve deixar bem claro quais são as situações nas quais a nova abordagem funciona melhor e o porquê disso. Experimentos deverão ser feitos para demonstrar tal melhoria.

Aqui entra em foco um aspecto muito importante na pesquisa que leva em consideração o uso de dados comparativos: a *métrica*. Afirmações do tipo “O sistema *x* é mais fácil de usar” não terão fundamento a não ser que se defina claramente o que significa “ser fácil de usar”. Um exemplo de definição nesse caso poderia ser a quantidade de cliques de mouse que o usuário tem de usar para executar uma tarefa dada em um ou outro sistema. Poderia ser questionado se a métrica é boa e eficiente, mas dentro da definição dada é possível confirmar qual sistema é mais fácil de usar.

2.4. Estilo “Apresentação de algo Reconhecidamente Melhor”

O nível mais maduro da pesquisa desta linha, em que a apresentação de dados empíricos é relevante para a aceitação dos resultados, é aquele no qual um trabalho é desenvolvido e seus resultados são apresentados em função de testes padronizados e internacionalmente aceitos. Nesse caso, o autor do trabalho não precisa testar outras abordagens, pois seus resultados já estão publicados. O autor deverá buscar os dados de entrada para testar a sua abordagem em um banco de dados conhecido e apresentar os resultados usando uma métrica aceita pela comunidade. Dessa forma, os experimentos poderão ser reproduzidos por equipes independentes. Se for demonstrado que a nova abordagem é superior às abordagens anteriores, esta passará a ser considerada como estado da arte.

Pesquisas que apresentam resultados desse tipo são típicas de boas teses de doutorado. Supõe-se que após a publicação dos resultados ninguém mais possa ignorar essa nova abordagem em função das vantagens que ela oferece em relação às anteriores. Isso é o que se entende por “avançar o estado da arte”.

Por incrível que pareça, essa é a pesquisa mais fácil de executar, desde que o autor tenha uma boa hipótese de trabalho. Por que isso? Porque os testes-padrão já estão

definidos e os dados já estão disponíveis. Basta implementar a abordagem e realizar os testes. O grande problema e dificuldade inerente, então, consistem em encontrar uma boa hipótese de trabalho, que faça sentido e que seja promissora (isso, infelizmente, em geral não é trivial).

Portanto, esse tipo de pesquisa exigirá, por parte do autor, amplo estudo sobre o estado da arte em uma determinada área, e muita reflexão sobre a forma como as técnicas são desenvolvidas para resolver os problemas dessa área. Problemas em aberto serão excelentes focos de atenção para pesquisa.

Além disso, poderá ser de muita valia se o autor possuir conhecimentos em outras áreas, que muitas vezes nem estejam relacionadas ao problema em questão. Algumas vezes técnicas de áreas distintas aplicadas a um problema produzem resultados muito interessantes. Porém, deve-se lembrar que apenas aplicar uma técnica diferente para um problema remete o trabalho para “apresentar algo diferente”. Quando se opta por utilizar uma técnica alienígena em um problema conhecido, é necessário que se tenha bons motivos para acreditar que a técnica possa produzir resultados melhores do que as técnicas correntes.

2.5. Estilo: “Apresentação de uma Prova”

Os diferentes tipos de pesquisa apresentados anteriormente se enquadram nas subáreas da computação em que normalmente os resultados são apresentados a partir de evidências empíricas ou pelo menos de argumentações ou estudos de caso que sugerem provas.

Outro tipo de pesquisa exige provas matemáticas, de acordo com as regras da lógica. A área de métodos formais ou compiladores, por exemplo, dificilmente aceitará trabalhos que não apresentem demonstrações claras de correção ou eficiência.

Deve ser construída uma teoria, afirmando claramente quais são os conceitos utilizados e mostrando que a aplicação desses conceitos leva, logicamente, a determinados resultados. Esses resultados podem ser a demonstração de que um determinado algoritmo é o melhor algoritmo possível para resolver um determinado tipo de problema, ou que um algoritmo para resolver um determinado tipo de problema não existe, ou ainda que a complexidade de qualquer algoritmo que resolve um determinado tipo de problema não pode ser menor do que um determinado polinômio.

A partir das observações feitas, pode-se verificar que diferentes subáreas da Computação podem ser caracterizadas por diversos estilos de pesquisa. É possível classificar esses estilos, então, em três tipos básicos:

- Pesquisas formais, em que é exigida a elaboração de uma teoria e uma prova formal de que essa teoria é correta. A lógica formal será a grande ferramenta de trabalho do pesquisador que optar por essa linha.
- Pesquisas empíricas, em que uma nova abordagem apresentada é comparada com outras através de testes aceitos pela comunidade. Os métodos estatísticos serão a grande ferramenta de trabalho do pesquisador que optar por essa linha.
- Pesquisas exploratórias, em que não se consegue provar uma teoria nem apresentar resultados estatisticamente aceitos. Mas entram aqui os estudos de caso, as análises qualitativas e as pesquisas exploratórias em áreas emergentes. A argumentação e o convencimento são as principais ferramentas do pesquisador.

Embora a pesquisa formal aparentemente seja mais difícil de realizar, seus resultados, quando obtidos, são mais difíceis de refutar.

A pesquisa empírica, mesmo baseada em métodos estatísticos, poderá ser refutável se não estiver também embasada em uma boa teoria, isso porque a estatística não explica causas. É bem conhecida a anedota do pesquisador que mandava uma aranha pular e em seguida lhe arrancava uma das pernas. Após arrancar sete pernas, a aranha ainda pulava com a perna que restava. Após arrancar a última perna, o cientista percebeu que a aranha não atendia mais à ordem de pular. A conclusão do pesquisador foi de que a aranha sem pernas fica surda, pois não escutava mais a ordem para pular.

Em último lugar, a pesquisa exploratória parece ser mais fácil de realizar, porque não é necessário utilizar os métodos da lógica formal e nem realizar experimentos exaustivos. Porém, em termos de pesquisa, é a abordagem mais arriscada, pois a aceitação dos argumentos não é universal, e artigos que não se fundamentam em uma boa teoria e/ou em um bom conjunto de testes têm menor chance de serem publicados em bons veículos do que os demais tipos. A apresentação de estudos de caso e exemplos, no caso de pesquisas exploratórias, poderá ajudar o pesquisador a convencer o leitor do seu ponto de vista, mas não constituem provas.

2.6. Discussão

Capítulo 3

Preparação de um Trabalho de Pesquisa

A preparação de um trabalho de pesquisa é uma etapa que deve ser realizada antes que se comece a escrever sobre a pesquisa.

Parece estranho, mas muitas vezes esse é um ponto que deve ser ressaltado. Alunos, ansiosos por escrever a monografia, começam a escrever páginas e páginas sem terem feito nenhuma pesquisa. Uma ressalva: é necessário diferenciar o termo “pesquisa”, que pode ser entendido como revisão bibliográfica, da sua significação como pesquisa científica, ou seja, produção de conhecimento novo. A revisão bibliográfica, diga-se de passagem, não produz conhecimento novo, mas apenas supre ao estudante conhecimentos que lhe faltavam.

Portanto, não se recomenda que o aluno comece a escrever sua monografia ou trabalho de conclusão de curso sem ter realizado alguma pesquisa que tenha produzido conhecimento novo. Explicando melhor: não há necessidade de sair escrevendo o capítulo de revisão bibliográfica antes de saber o que efetivamente será feito em termos de produção de conhecimento.

A revisão bibliográfica de um trabalho de pesquisa em Computação, em geral, não deve ser um tratado sobre a área de pesquisa. Muitas vezes, um aluno que começa a escrever o capítulo da revisão antes de decidir o objetivo da pesquisa acabará escrevendo demais e desnecessariamente. Esse capítulo será cansativo para o leitor, e muitas vezes ele não compreenderá por que determinados assuntos são ali colocados se não são abordados na monografia em si, que vai iniciar mais adiante.

O segredo de um trabalho de pesquisa de sucesso consiste em ter um bom objetivo. Uma vez definido o objetivo do trabalho, tudo o mais gravita em redor dele. A justificativa vai dizer por que vale a pena buscar esse objetivo; o método informa como o objetivo pode ser alcançado; os resultados esperados mostram o que muda no mundo após o objetivo ser atingido; o capítulo de revisão bibliográfica vai apresentar os conceitos necessários para a compreensão do objetivo e os trabalhos relacionados ao objetivo.

3.1 Escolhendo o Objetivo de Pesquisa

A escolha de um objetivo de pesquisa é frequentemente a tarefa mais difícil em um trabalho de mestrado ou doutorado.

Muitas vezes, o objetivo é confundido com o tema da pesquisa. O tema da pesquisa pode ser a influência da batata inglesa na língua portuguesa. Mas nesse caso qual é o

objetivo? Ou seja, o que se quer provar?

O objetivo normalmente comporta uma *hipótese de trabalho*. Um bom objetivo de pesquisa normalmente terá a forma “demonstrar que a hipótese x é verdadeira”.

Nem todo objetivo pode ser considerado um bom objetivo de pesquisa. Por exemplo, algo do tipo “o objetivo deste trabalho é aumentar os meus conhecimentos na área de estudo” pode até ser muito sincero, mas não convence ninguém de que algum conhecimento novo para a humanidade será produzido. Portanto, isso deve ser evitado.

Outro objetivo algumas vezes encontrado é a forma “propor...”. Alguma coisa é proposta, normalmente um método, uma abordagem, uma técnica, um algoritmo, uma comparação, ou qualquer outra coisa. A questão é: se o autor fizer a proposta, então o objetivo estará atingido? Se o aluno se propõe a propor e propôs, então está proposto! O que for proposto não é necessariamente melhor ou diferente daquilo que já existia antes. Então, o estágio da pesquisa neste caso ainda é dos mais ingênuos.

É necessário que o objetivo diga que aquilo que está sendo proposto é melhor do que alguma outra coisa ou que resolve algum problema que antes não podia ser resolvido.

Segundo [Chinneck \(1988\)](#), a descrição de um problema de pesquisa tem três partes:

- Um enunciado preciso da questão ou problema de que trata a monografia.
- Uma explicação por referência direta à bibliografia de que tal questão de pesquisa ainda não foi tratada.
- Uma discussão sobre por que é importante tratar essa questão de pesquisa.

O item (b) falhará se o aluno não conseguir deixar claro que a questão de pesquisa nunca foi tratada. Uma boa revisão bibliográfica é necessária para apresentar tal justificativa com suficiente autoridade. Devem ser evitadas afirmações do tipo “não encontrei nada parecido”. O aluno deve sempre mostrar o que encontrou nas fontes relevantes que examinou e comparar aquilo que foi encontrado com aquilo que ele pretende fazer. Se ele disser que não encontrou nada, a banca examinadora provavelmente pensará que ou ele não pesquisou direito ou está tratando um problema de pouco interesse. Em alguns casos pode ocorrer que efetivamente nada de muito semelhante seja encontrado, mas em todo o caso, sempre existe algum problema que possa ser considerado o mais próximo possível. Haverá situações em que serão encontradas abordagens quase idênticas, variando em poucos detalhes; e, em outros casos, a abordagem mais próxima será tão distinta que será necessária uma boa dose de explicação para que se possa entender por que ela é relevante. Leonardo da Vinci não conhecia a tecnologia utilizada pelos modernos aviões, então baseou seus estudos sobre máquinas voadoras no modelo mais próximo que estava disponível na sua época, a estrutura de voo dos pássaros.

Por outro lado, é importante que um trabalho de pesquisa se relacione

principalmente com conhecimentos que sejam inerentes ao estado da arte, ou seja, que sejam recentes. Não faria muito sentido hoje, com todos os conhecimentos de engenharia aeronáutica disponíveis, ignorar essas informações e tentar construir máquinas voadoras baseadas nos modelos de Leonardo.

Apesar disso, os conhecimentos antigos não devem ser de todo ignorados. Muitas vezes o conhecimento antigo aliado ao estado da arte pode produzir resultados muito interessantes. No caso da indústria aeronáutica, por exemplo, tenta-se hoje produzir aviões flexíveis que, de certa forma, imitam as estruturas de voo dos pássaros. Mas isso é feito com base em conhecimentos atuais, não se está reinventando a roda, mas aperfeiçoando conceitos já existentes.

3.1.1 O Caminho para a Escolha de um Objetivo de Pesquisa

Para que alguém seja capaz de pensar em um objetivo de pesquisa relevante, essa pessoa deve conhecer a área de pesquisa na qual está trabalhando. Portanto, o caminho lógico consiste de três passos:

- Escolher um *tema* de pesquisa, ou seja, uma área de conhecimento na qual se vai trabalhar.
- Realizar a *revisão bibliográfica*. A não ser que o autor já seja especialista na área escolhida, ele vai precisar ler muitos trabalhos já publicados nessa área para saber o que está sendo feito (estado da arte) e o que ainda precisa ser feito (problemas em aberto).
- Definir o *objetivo* de pesquisa. Uma vez feita a revisão bibliográfica, o objetivo de pesquisa possivelmente será fortemente relacionado com um dos problemas em aberto verificados no passo anterior.

Em poucos casos, a revisão bibliográfica será feita depois da definição do objetivo de pesquisa. Não é razoável conceber que alguém decida por um caminho de pesquisa sem conhecer exatamente a área onde vai atuar. Essa atitude possivelmente levará a objetivos mal definidos e que precisarão ser revistos quando o pesquisador perceber que está reinventando a roda.

Mas é possível ainda que os passos (b) e (c) devam ser repetidos algumas vezes de forma a refinar o objetivo (Figura 3.1). De fato, ao realizar a revisão bibliográfica sobre um determinado tema, o pesquisador terá ideias sobre aspectos do tema que ainda não foram explorados, e esses aspectos darão origem a um objetivo de pesquisa. Mas antes de começar a gastar energia tentando atingir esse objetivo, o pesquisador deve ainda refinar sua pesquisa bibliográfica tentando verificar se tal objetivo já não foi perseguido em trabalhos anteriores e que tipo de resultados foi obtido.

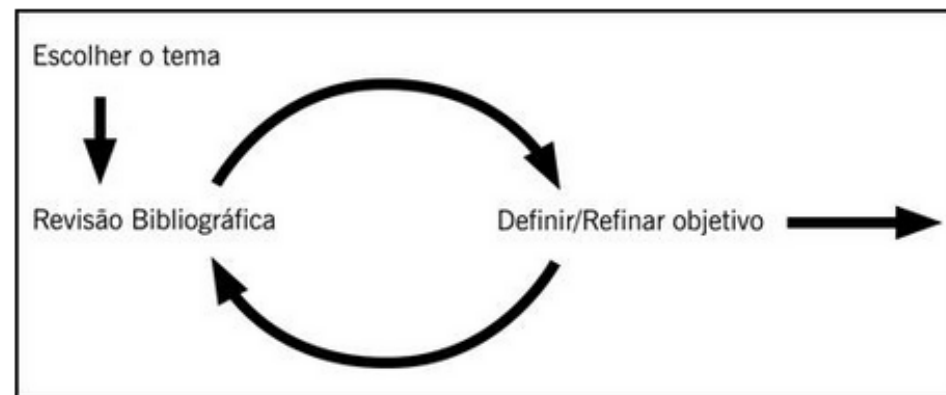


Figura 3.1 O caminho lógico para a definição de um objetivo de pesquisa.

Na história da catapulta, o tema de pesquisa foi o rio que cortava a cidade. Quando foi estabelecido o objetivo de pesquisa “encontrar uma forma segura de atravessar o rio”, o aluno deveria ter verificado na literatura os principais trabalhos já publicados sobre travessia de rios. Mas ele se limitou apenas a informações sobre a composição dos rios e, portanto, perdeu informações importantíssimas para sua pesquisa, ou seja, que já existiam métodos para atravessar rios e que ele deveria primeiro tentar melhorar esses métodos já existentes, ou pelo menos conhecê-los e seus defeitos, antes de enveredar pela pesquisa de algo totalmente novo. No extremo desse raciocínio fica a possibilidade de que alguns anos antes outros pesquisadores já tivessem tentado usar a catapulta para cruzar rios, sem saber um do outro. A cada vez que o estudo é repetido, esforços são despendidos, medidas tomadas e conclusões (possivelmente as mesmas) são obtidas, sem que nenhum avanço ocorra para a ciência.

3.1.2 O Tema

O tema da pesquisa frequentemente depende do interesse do aluno e do orientador. Não se recomenda, em hipótese alguma, uma pesquisa cujo tema não seja compatível com os conhecimentos do orientador. No caso do aluno, recomenda-se que ao passar da graduação ao mestrado e do mestrado ao doutorado procure trabalhar no mesmo tema, embora, buscando objetivos distintos. Por que isso? Porque, se o aluno se mantiver no mesmo tema, o passo de revisão bibliográfica será concluído mais rapidamente ao passar de um estágio para outro em sua formação. Bastará que ele se atualize nos últimos desenvolvimentos da área para poder decidir por um bom objetivo de pesquisa. Se o aluno mudar de tema, então terá de fazer toda a revisão bibliográfica sobre outro tema, o que lhe tomará muito tempo.

Não é impossível que uma pessoa com formação em uma área faça mestrado ou doutorado em uma área totalmente diferente, mas com certeza essa pessoa terá muito mais trabalho e levará muito mais tempo para amadurecer os conceitos da nova área do que uma pessoa que já tem a vivência na área.

O tema pode ser especializado a partir de uma grande área em subáreas cada vez mais específicas. Por exemplo:

1. Ciência da Computação.
 - 1.1. Inteligência Artificial.
 - 1.1.1. Métodos de busca.
 - 1.1.1.1. Busca heurística.
 - 1.1.1.1.1 Algoritmo A*.

Nessa lista, cada item é uma especialização do item anterior, mas cada um é apenas um tema de pesquisa, embora cada vez mais específico.

Indo para outra direção, pode-se combinar um tema de pesquisa com uma área de aplicação. O tema, possivelmente, será mais específico do que geral. Não faz muito sentido, por exemplo, falar de “aplicação da Ciência da Computação no problema da pavimentação das estradas”. Faria mais sentido um tema de pesquisa como “aplicação de busca heurística no problema do transporte de máquinas para pavimentação de estradas”.

Mesmo assim, em alguns casos encontram-se trabalhos cujo tema é algo do tipo “aplicação de técnicas de Inteligência Artificial para resolver o problema x”. O pesquisador deve ter a noção de proporção para saber se o nível de especificidade do tema de pesquisa é adequado ou não. No exemplo anterior, ao se falar de Inteligência Artificial, abre-se um leque enorme de possibilidades (pode-se conferir como a área é extensa no livro de [Russel e Norvig, 1995](#)). Portanto, um tema tão extenso quanto este não é adequado. Ao se falar de busca heurística, porém, o leque é reduzido a alguns poucos algoritmos conhecidos, e o tema fica mais viável. Quanto mais amplo o tema, maior a quantidade de livros e artigos que terão de ser lidos. Portanto, recomenda-se buscar temas cada vez mais específicos antes de se propor um objetivo de pesquisa. Quando se escolhe um tema de pesquisa que tem aplicação em outra área, deve-se tomar cuidado. Quando se está realizando um mestrado ou doutorado em Ciência da Computação, deve-se observar que a principal contribuição do

trabalho deve ser para a área da Computação. Ou seja, o problema a ser resolvido deve estar ligado à não-existência ou inadequação das ferramentas de computação existentes, e não aos aspectos ou técnicas da área de aplicação (pelo menos não predominantemente). O aluno, nesse caso, deve evitar a tentação de *contribuir* para uma área que ele não conhece ou que conhece muito pouco. Por exemplo, uma monografia sobre Informática aplicada à Medicina deve apresentar contribuições em relação às ferramentas de Computação aplicada à Medicina e às melhorias que podem ser obtidas. Dificilmente o aluno de Computação irá propor e defender uma nova técnica cirúrgica. Não quer dizer que seja impossível que isso aconteça, nem quer dizer que o aluno não seja execrado na banca por algum médico que esteja ali presente, mas é um risco a ser evitado.

3.1.3 O Problema

Uma monografia deve apresentar uma solução para um problema. Inicialmente, portanto, um problema deve ser identificado. Seria errado iniciar a monografia simplesmente resolvendo criar um novo método para isso ou aquilo.

No caso da catapulta, o aluno propôs e testou um novo método para cruzar rios. Aqui vem uma questão interessante. Segundo o aluno, o problema consistia em cruzar o rio. Mas esse problema identificado já não é mais um problema sem solução, porque existem diferentes abordagens para cruzar um rio: ponte, balsa, teleférico etc. Então, caso o aluno quisesse insistir neste tema, teria de indicar quais problemas as soluções existentes apresentam. Ou seja, quais os problemas encontrados quando se tenta cruzar um rio com uma ponte ou com uma balsa? Ele poderia descobrir, por exemplo, que pontes são muito caras e balsas são muito lentas. Se todas as soluções existentes apresentarem algum tipo de problema, então é possível que se esteja abrindo caminho para uma nova abordagem. Caso contrário, as pessoas continuarão a cruzar rios com os meios usuais e não com a nova abordagem.

Algumas propostas de pesquisa são apresentadas inicialmente sem ter um problema claramente identificado. Por exemplo: “este trabalho propõe usar a metáfora de formigueiro para modelar pacotes em uma rede”. Esse tema até pode vir a ser um trabalho interessante, mas qual é o problema que essa modelagem vai resolver? O que há de errado com outras formas de modelagem, sejam elas quais forem, que essa metáfora do formigueiro vai possivelmente resolver?

Segundo [Griffiths \(2008\)](#), se o autor não consegue estabelecer claramente qual é o problema tratado em sua monografia, será muito difícil para outras pessoas especularem sobre os possíveis usos dela. Também será difícil avaliar se ela obteve sucesso.

3.1.4 Perspectiva Profissional

O tema de pesquisa a ser escolhido, em qualquer nível de formação, além de ser do agrado do aluno, deve estar relacionado com a sua perspectiva de desenvolvimento profissional.

Não faz sentido gastar vários anos investindo em uma pesquisa na área X, para depois trabalhar o resto da vida na área Y. O ideal seria que cada pesquisa gerasse algum tipo de produto ou uma melhoria a um produto existente que pudesse, após o final do curso, gerar algum tipo de perspectiva de trabalho e de renda para o pesquisador.

Isso é mais difícil quando se trata de pesquisa básica, mas mesmo assim esse tipo de pesquisa pode gerar patentes que em algum momento poderão se tornar produtos e gerar riquezas para o país. Não é admissível que todo um esforço despendido durante o mestrado ou mesmo durante um doutorado acabe sendo depois simplesmente guardado em uma gaveta.

3.2 A Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica, conforme já comentado, não produz conhecimento novo, mas apenas supre as deficiências de conhecimento que o pesquisador tem em uma determinada área. Portanto, ela deve ser muito bem planejada e conduzida.

Supondo que o pesquisador seja praticamente iniciante em uma determinada área, ele deveria iniciar a pesquisa lendo algum tipo de *survey* sobre o assunto. Não é difícil encontrar artigos ou mesmo livros que abordem toda uma área de conhecimento na forma de *survey*. Os livros, aliás, servem exatamente a esse propósito.

Pode-se iniciar a pesquisa com uma leitura de trabalhos mais abrangentes que deem uma visão do todo para depois ir se aprofundando cada vez mais em temas cada vez mais específicos.

Quando se faz uma pesquisa em que alguma técnica de computação é aplicada a alguma outra área do conhecimento, é necessário que se faça a revisão bibliográfica sobre a técnica em si, sobre a área de aplicação e, mais do que tudo, sobre as aplicações que já foram tentadas com essa técnica ou com técnicas semelhantes na mesma área ou em áreas equivalentes. Exemplificando, um aluno pretende desenvolver um sistema multiagentes para auxiliar controladores de voo. Esse aluno deve conhecer profundamente os sistemas multiagentes e deverá conhecer também os problemas que os controladores de voo enfrentam para exercer sua profissão. Porém, ele não deve pensar, como algumas vezes acontece, que essa é a primeira vez que alguém vai tentar desenvolver um sistema multiagentes para esse tipo de aplicação. O aluno da catapulta, mencionado anteriormente, estudou rios e estudou catapultas, mas não procurou saber se alguém já tinha tentado atravessar um rio usando uma catapulta. Se essa pesquisa existisse e ele tivesse acesso a ela, teria visto que os resultados não eram animadores e talvez tivesse escolhido outro tema de pesquisa antes de ter dedicado a maior parte do seu tempo de mestrado a algo infrutífero.

Uma monografia sobre pesquisa aplicada que apresenta uma boa revisão bibliográfica da ferramenta de computação e da área de aplicação, mas que não menciona nenhuma tentativa anterior de aplicação dessa ferramenta na área sofre da “Síndrome da Intersecção Esquecida”. Uma monografia com esse problema estará possivelmente “reinventando a roda”.

A Síndrome da Intersecção Esquecida em geral é justificada pelos alunos com frases do tipo “mas não encontrei nada parecido com o que estou fazendo”. Esse raciocínio negativo deve ser evitado. Nunca se deve dizer que não se achou nada semelhante. Algo sempre deve ser apresentado como referência. Essa referência poderá ser mais semelhante ou menos semelhante à abordagem usada de um ponto de vista relativo. Mas sempre a abordagem mais semelhante de todas (por menos semelhante que seja) deve ser buscada.

Pode ser interessante pensar assim: “Ninguém fez algo parecido com o que estou fazendo, mas muitas coisas já foram feitas pelos seres humanos ao longo da sua história. Então, eu poderia classificar as coisas que já foram feitas em termos de

grau de semelhança com aquilo que estou fazendo. As coisas mais parecidas com o meu trabalho serão minha referência, mesmo que a semelhança seja pequena”.

Assim, evita-se o *fundamento vazio*, ou seja, dizer que seu trabalho é original porque ninguém nunca fez nada parecido. Não se deve fundamentar todo um trabalho de pesquisa em uma negação. Deve-se mostrar o que outros fizeram, e depois mostrar que o trabalho feito é diferente ou melhor do que essas referências.

3.2.1 Fichas de Leitura

Durante todo o processo de leitura, é fundamental que sejam feitas anotações. Conceitos-chave e ideias novas devem ser anotados sempre que forem detectados na leitura. É necessário que se saiba de onde tais ideias e conceitos saíram. Em geral, inicia-se uma ficha de leitura, seja em papel, seja no computador, escrevendo a referência bibliográfica da obra sendo consultada. Em seguida são feitas as anotações relevantes.

Essas fichas serão extremamente importantes no futuro para saber de onde as ideias saíram. Depois de ler algumas dezenas de artigos sobre um determinado assunto, será difícil lembrar-se de onde saíram determinadas ideias.

Porém, deve-se ter em mente que o conjunto das fichas de leitura não é o mesmo que o capítulo de revisão bibliográfica. As fichas são apenas um registro, com memória, de leituras feitas, que é organizado por fonte bibliográfica. Esse trabalho normalmente será desenvolvido antes da definição do objetivo de pesquisa, pois, como foi comentado, consiste exatamente na busca de informações para que esse objetivo possa ser definido. Já o capítulo de revisão bibliográfica será organizado após a execução da pesquisa. Ou seja, após definir o objetivo, definir o método de trabalho, executar os experimentos, coletar os resultados e esboçar as conclusões, é que o pesquisador vai organizar o capítulo de revisão bibliográfica onde ele vai inserir os principais conceitos e trabalhos correlatos relevantes para a compreensão da sua pesquisa.

Se as fichas de leitura são organizadas por fonte bibliográfica, o capítulo de revisão bibliográfica não deve ser organizado dessa forma, mas por conceitos. Ou seja, em vez de dizer tudo o que um autor pensa sobre vários conceitos, deve-se dizer o que vários autores pensam sobre um conceito de cada vez.

3.2.2 Tipos de Fontes Bibliográficas

Há vários tipos de fontes bibliográficas. Cada uma terá sua utilidade em determinados momentos da pesquisa. Os *livros* normalmente contêm informação mais completa, didática e bem amadurecida. O objetivo do livro é justamente apresentar uma determinada área da ciência de forma didática e bem fundamentada.

Raramente serão encontradas em livros informações sobre trabalhos futuros, que conduzem a ideias de pesquisa.

Alguns livros se dedicam especificamente à apresentação de problemas em aberto em determinadas áreas, mas estes não são maioria. Em geral, tais livros são produto de eventos científicos. A maioria dos livros didáticos procura apresentar apenas a informação que já está consolidada.

Ideias de pesquisa serão encontradas mais facilmente em artigos curtos que normalmente são publicados em *eventos* ou *periódicos*. A maioria das ciências exatas preza mais a publicação em periódicos. A área de Computação, porém, tem características distintas em relação a esse aspecto, visto que considera publicações em eventos como sendo tão importantes, e muitas vezes até mais importantes, que publicações em periódicos.

Isso significa que, na área de Computação, bons artigos poderão ser encontrados tanto em eventos quanto em periódicos. Que diferenças podem então ser esperadas?

O processo de submissão e publicação em eventos e periódicos é diferente. Por isso, pode-se esperar diferentes tipos de artigos nesses dois veículos.

Eventos normalmente têm uma data-limite para entrega de trabalhos. De um conjunto de trabalhos enviados e avaliados, os melhores são encaminhados para publicação. Em geral, são sugeridas algumas modificações, mas dificilmente uma segunda rodada de avaliação é realizada.

Já no caso de periódicos, não existem datas-limite, a não ser no caso de edições especiais. Os artigos são submetidos, avaliados, e revisões são sugeridas. Posteriormente, os artigos são enviados de novo, avaliados e assim por diante. Esse processo de ida e volta pode acontecer várias vezes e em geral pode levar alguns anos até que o artigo seja publicado.

Então, a diferença que se pode esperar é a seguinte: os artigos em eventos terão informações mais atuais, mas poderão variar bastante em termos de qualidade. Já os artigos em periódicos terão sido arduamente revisados e lapidados ao longo de iterações entre autores e revisores, mas quando publicados talvez já não sejam mais tão atuais quanto os artigos em eventos.

Fica a ressalva de que toda regra tem exceção, porque existem periódicos que publicam artigos rapidamente e eventos cujo índice de exigência é tão alto que publicará apenas artigos do mais alto grau de excelência.

3.2.3 O que deve ser Necessariamente Lido

O pesquisador iniciante em uma determinada área deverá começar sua revisão bibliográfica pelos *surveys*. Livros sobre o assunto também seriam uma boa escolha nesse momento. Algumas ferramentas de pesquisa bibliográfica, como *CiteSeer* (<http://citeseer.nj.nec.com/impact.html>), permitem uma busca específica por artigos do tipo *survey*. Além disso, existem publicações especializadas nesse tipo de artigo.

Essas coletâneas apresentam ao pesquisador o estado da arte da área de pesquisa e sua evolução histórica, indicando diferentes desdobramentos e as principais realizações.

Na sequência, alguns trabalhos clássicos devem ser buscados, normalmente destacados nos *surveys*. Além disso, quando se usa uma ferramenta de pesquisa bibliográfica eletrônica, é possível, muitas vezes, solicitar que os trabalhos publicados em uma determinada área sejam ordenados a partir de sua importância. Um trabalho será mais importante na medida em que for citado por outros trabalhos. Os trabalhos clássicos são aqueles que já receberam ao longo do tempo o maior número de citações.

Continuando a pesquisa, deverão ser buscadas as fontes mais recentes sobre o assunto da pesquisa. Artigos muito atuais dificilmente serão clássicos, pois ainda não terá havido tempo para que sejam citados em outras publicações. Porém, é fundamental que um trabalho de pesquisa tenha como referência também os desenvolvimentos mais recentes na área.

3.2.4 Leitura Crítica

A leitura de trabalhos científicos não deve ser encarada apenas como um aprendizado. O pesquisador deve exercer, antes de tudo, o espírito crítico, para questionar a validade de todas as informações registradas nos textos que estão sendo lidos. A aceitação passiva de tudo aquilo o que é lido não gera no pesquisador o espírito de busca por novas informações.

Para que o tema de pesquisa se transforme em um objetivo, é necessário que a cada instante a leitura produza questionamentos. Sem perguntas não há respostas. Muitas perguntas que o pesquisador fizer a si mesmo ao longo da leitura de um texto possivelmente ainda não terão respostas e serão, portanto, excelentes candidatas a objetivo de pesquisa.

Algumas perguntas-chave poderão ajudar o leitor a transformar uma leitura passiva em uma leitura rica e geradora de ideias para pesquisa. Entre elas:

- a) De onde o autor parece tirar suas ideias?
- b) O que foi obtido como resultado deste trabalho?
- c) Como este trabalho se relaciona com outros na mesma área?
- d) Qual seria um próximo passo razoável para dar continuidade a essa pesquisa?
- e) Que ideias de áreas próximas poderiam ser aproveitadas neste trabalho?

As perguntas geradoras mencionadas também poderiam ser usadas para avaliar a qualidade do trabalho que está sendo lido. No caso da primeira pergunta, se não for possível descobrir de onde o autor tira suas ideias, provavelmente se estará diante de um trabalho fraco, pois as ideias devem vir de referências bibliográficas, ou da observação de fenômenos, ou então são hipóteses criadas pelo autor, as quais serão comprovadas ao longo do trabalho.

Em geral, os autores não podem simplesmente escrever frases como “o interesse pela Internet tem crescido muito ao longo dos últimos anos”. Uma afirmação como esta, embora, à primeira vista, seja consensual, não pode deixar de ter uma base. Essa base pode ser uma referência a outro trabalho, que tenha realizado uma pesquisa sobre o assunto. A base também pode ser um levantamento estatístico realizado pelo próprio autor que demonstra a validade da afirmação. Mais adiante será visto que essa frase específica ainda comporta vários outros problemas, por exemplo:

- a) Como se define e se mede “interesse”?
- b) Como se conceitua “crescer muito”?
- c) Que período de tempo compreende os “últimos anos”?

Em relação à segunda pergunta geradora, “o que exatamente foi obtido como resultado deste trabalho em particular?”, se não houver possibilidade de resumir em poucas palavras a contribuição real do trabalho, então, possivelmente, o texto será confuso e mal organizado, não deixando clara a efetiva contribuição do artigo para a comunidade científica.

Em relação à terceira pergunta geradora, “como este trabalho se relaciona com outros na mesma área?”, espera-se, a princípio, que o próprio artigo deixe bem claro, citando adequadamente os trabalhos correlatos. Caso isso não seja feito, o leitor poderá tentar estabelecer as relações entre o trabalho lido e outras obras. Muitas vezes, aspectos importantes sobre o trabalho (falhas) são descobertos através dessas comparações.

Em relação à quarta pergunta geradora, “qual seria um próximo passo razoável para dar continuidade a essa pesquisa?”, a resposta poderá ser um excelente objetivo de pesquisa. Muitas vezes as questões de pesquisa já estão colocadas no trabalho pelos autores na esperança de que outros grupos deem continuidade à pesquisa.

A quinta pergunta, “que ideias de áreas próximas poderiam ser aproveitadas neste trabalho?”, traz ao pensamento do pesquisador possíveis melhoramentos ao trabalho sendo estudado em função de conceitos correlatos de outras áreas de pesquisa, que possivelmente não eram conhecidos dos autores do trabalho. Dessa forma, o sucesso da aplicação de algum desses conceitos correlatos no trabalho em questão poderá dar origem a uma interessante hipótese de pesquisa, que, se tiver uma justificativa plausível, poderá ser um excelente objetivo de pesquisa.

3.2.5 Exposição à Pesquisa

Além da leitura, o pesquisador, na fase de geração de ideias, deverá estar constantemente exposto a um ambiente científico. No caso de alunos de mestrado e doutorado, na fase de elaboração do objetivo de pesquisa, é fundamental que se tente, pelo menos uma vez por semana, gerar uma ideia de pesquisa para ser discutida com o orientador.

Regularmente, o pesquisador deverá ler pelo menos os resumos dos artigos publicados nos principais periódicos e eventos na sua área de pesquisa. Além dos resumos, deve-se procurar ler pelo menos um ou dois artigos de maior relevância para a área de pesquisa.

Além disso, sempre que possível, o pesquisador deverá participar de palestras e seminários nos quais poderá trocar ideias com outros pesquisadores, além de observar a forma de trabalho de outros grupos de pesquisa. No caso de alunos de mestrado e doutorado, isso implica também participar, como ouvinte, do maior número possível de defesas de teses e dissertações, mesmo que não sejam referentes à sua área de pesquisa específica.

3.2.6 A Ideia de Pesquisa

A ideia de pesquisa, ou problema, surge a partir da leitura e observação. Pode-se comparar a ideia de pesquisa a uma semente que germina no solo da revisão bibliográfica. Com uma revisão bibliográfica superficial ou inexistente até se pode ter ideias, mas possivelmente serão ideias fracas, que dificilmente se desenvolverão de forma saudável. Já com uma boa revisão bibliográfica, tem-se um solo forte para germinação de ideias consistentes.

Portanto, antes de tentar ter ideias, o aluno deve ter experimentado uma boa carga de leitura relacionada ao tema.

3.2.7 Como Sistematizar a Pesquisa Bibliográfica

Um dos problemas que os alunos eventualmente encontram, conforme já mencionado, é justificar que não encontraram nada efetivamente ligado ao assunto que desejam pesquisar. Buscas desorganizadas dificilmente levarão a bons resultados e dificilmente darão segurança ao aluno quando lhe for perguntado “mas será que alguém já não fez isso?”.

Fica aqui então uma sugestão sobre como proceder à pesquisa bibliográfica de maneira sistemática. Cada aluno poderá mudar essas sugestões de acordo com suas necessidades ou disponibilidade. Sugere-se seguir estes passos:

- a) Listar os títulos de periódicos e eventos relevantes para o tema de pesquisa e os títulos de periódicos gerais em computação que eventualmente possam ter algum artigo na área do tema de pesquisa.
- b) Obter a lista de todos os artigos publicados nos últimos cinco (ou mais) anos nesses veículos.
- c) Selecionar dessa lista aqueles títulos que tenham relação com o tema de pesquisa.
- d) Ler o *abstract* desses artigos e, em função da leitura, classificá-los como relevância “alta”, “média” ou “baixa”.
- e) Ler os artigos de alta relevância e fazer fichas de leitura anotando os principais conceitos e ideias aprendidos. Anotar também títulos de outros artigos possivelmente mencionados na bibliografia de cada artigo (mesmo que com mais de cinco anos) e que pareçam relevantes para o trabalho de pesquisa. Incluir esses artigos na lista dos que devem ser lidos (inicialmente o *abstract* e, se for relevante, o artigo todo).
- f) Dependendo do caso, ler também os artigos de relevância média e baixa, mas iniciando sempre pelos de alta relevância.

O conjunto de referências mencionadas no terceiro passo deve ser efetivamente produzido na forma de uma listagem que possa ser posteriormente consultada ou até indicada na bibliografia do trabalho como fonte de pesquisa. Portanto, essa fase do processo deve ser bem documentada.

Depois do último passo, o aluno poderá decidir se:

- a) Já tem material suficiente para elaborar uma ideia de pesquisa consistente.
- b) Precisa expandir a pesquisa examinando artigos mais antigos (expandindo o passo “b”) ou periódicos menos relevantes (expandindo o passo “a”).

A decisão sobre se já há material suficiente para finalizar a revisão bibliográfica usualmente será tomada em conjunto com o orientador.

Uma última técnica ainda para expandir a revisão bibliográfica, quando necessário, é consultar as referências bibliográficas citadas nos trabalhos mais importantes consultados.

3.2.8 Como Terminar a Revisão Bibliográfica

Em geral, existe sempre conhecimento novo sendo produzido em todas as áreas da ciência. A revisão bibliográfica, portanto, praticamente não termina nunca.

Mas o trabalho de pesquisa deve ter um término claro. E é necessário saber que, durante o seu desenvolvimento, apenas a revisão bibliográfica não produz nenhum conhecimento novo.

É necessário, portanto, passar gradualmente da fase de revisão bibliográfica para a fase de realização propriamente dita do trabalho de pesquisa, ou seja, a construção de teorias e realização de experimentos para testar hipóteses.

3.3 O Objetivo

O objetivo da pesquisa deve ser diretamente verificável ao final do trabalho. Um bom objetivo de pesquisa possivelmente irá demonstrar que alguma hipótese sendo testada é ou não verdadeira.

Portanto, o objetivo geral e os objetivos específicos do trabalho devem ser expressos na forma de uma condição não trivial cujo sucesso possa vir a ser verificado ao final do trabalho. Um objetivo bem expresso em geral terá verbos como “demonstrar”, “provar”, “melhorar” (de acordo com alguma métrica definida) etc.

Deve-se tomar cuidado com certos verbos que determinam objetivos cuja verificação é trivial e, portanto, inadequada. Entre eles pode-se citar “propor”, “estudar”, “apresentar” etc. Se o objetivo do trabalho é *propor* algo, basta que a coisa seja proposta para que o objetivo seja atingido e, portanto, essa forma é trivial e inadequada, pois a definição do objetivo não menciona a qualidade daquilo que será proposto.

Se o objetivo do trabalho é *estudar* algo, então ele terá sido alcançado se aquilo foi estudado, não importando se alguma nova informação foi aprendida ou não, sendo, portanto, inadequado como objetivo de pesquisa. Estudar, normalmente, é o objetivo do *aluno* e não do trabalho.

Se o objetivo do trabalho consiste em *apresentar* algo, novamente ele é trivial e inadequado. Uma simples apresentação não produz necessariamente conhecimento novo. Por exemplo, “o objetivo deste trabalho é apresentar os operadores da lógica booleana”; tal objetivo pode ser alcançado com um pequeno texto explicando os operadores conhecidos, mas, como não traz informação nova, não é um objetivo de pesquisa.

A proposta, o estudo e a apresentação podem ser justificáveis como objetivo de pesquisa desde que o objeto da proposta, estudo ou da apresentação seja algo original.

Segundo [Chinneck \(1988\)](#), uma monografia deve apresentar uma contribuição original ao conhecimento. Dessa forma, ao final do trabalho, o estudante deverá ser capaz de mostrar que identificou um problema que valia a pena ser resolvido, mas que ainda não havia sido. Além disso, o estudante deverá mostrar que ele resolveu o problema que propôs e apresentar a solução.

Em função disso, Chinneck conclui que um avaliador, ao ler o texto de uma monografia, vai procurar responder às seguintes questões:

- Qual é a questão de pesquisa que o aluno propôs?
- É uma boa questão? (Já foi respondida alguma vez? Vale a pena respondê-la?)
- O aluno conseguiu convencer que a questão foi respondida adequadamente?
- O aluno fez uma contribuição adequada ao conhecimento?

A falha em encontrar respostas para alguma dessas questões poderá colocar o aluno em apuros, sendo que a banca avaliadora provavelmente exigirá revisões extensas no trabalho ou poderá até reprovar o candidato.

3.3.1 A Extensão do Objetivo de Pesquisa

Um objetivo de pesquisa, dependendo do nível de formação pretendido (graduação, especialização, mestrado ou doutorado), não pode ser demasiadamente trivial nem demasiadamente complexo.

Um objetivo demasiadamente trivial será atingido rapidamente, mas dificilmente será defensável perante uma banca, pois a cada grau acadêmico espera-se do aluno não apenas inspiração, mas também transpiração, ou seja, não basta ter uma boa ideia, é necessário trabalhar sobre ela demonstrando todos os seus diferentes aspectos dentro do nível de complexidade exigido pelo grau almejado.

Um objetivo demasiadamente complexo dificilmente será atingido no tempo disponível para o cumprimento dos requisitos do grau almejado. Objetivos complexos podem ser colocados como projetos de longo prazo na carreira de pesquisadores já formados, os quais terão, muitas vezes, décadas à frente e equipes de pesquisa para buscar esses objetivos.

Alunos de graduação e pós-graduação devem atingir os objetivos colocados dentro do tempo regulamentar que seus cursos estabelecem, e, portanto, a complexidade desses objetivos deve ser consistente com esse tempo. Não basta, para a obtenção de um grau, apresentar uma ideia complexa que não pode ser demonstrada ou concluída no tempo disponível. Alegar para a banca que não houve tempo para concluir o trabalho dificilmente é uma boa desculpa.

Sendo assim, o aluno deverá sempre buscar apoio no seu orientador e a definição de um objetivo de pesquisa que possa ser buscado no tempo disponível, de acordo com o curso realizado. Quanto mais experiente for o orientador, ou seja, quanto mais trabalhos ele tiver orientado com sucesso em sua vida, mais se pode esperar que seja capaz de apoiar o aluno na escolha de um objetivo adequado.

3.3.2 Objetivo de Pesquisa *versus* Objetivo Técnico

É aceitável que um trabalho de graduação e mesmo de especialização tenham objetivos técnicos, ou seja, espera-se nesses graus que os alunos sejam capazes de demonstrar que aprenderam determinados conceitos e conseguem colocá-los em prática. Assim, é aceitável que um aluno de graduação, ao final de seu curso, desenvolva um sistema usando conceitos aprendidos durante o curso e que apresente o sistema como trabalho final. Porém, esse tipo de abordagem não é aceitável nos níveis de mestrado e doutorado. Espera-se que o mestre e o doutor tenham de alguma forma contribuído para o avanço do conhecimento. Assim, o desenvolvimento de um sistema, embora possa ser necessário para provar alguma hipótese previamente estabelecida, não é em si suficiente para a concessão de um título de mestre ou doutor.

Se o simples desenvolvimento de um sistema ou de um protótipo fosse suficiente para outorgar um grau acadêmico, então as universidades deveriam estar conferindo título de mestre a todos os programadores ou analistas que diariamente desenvolvem sistemas, muitas vezes complexos, nas suas empresas. Se isso não acontece é porque existe algo mais nas dissertações e teses que precisa ser buscado. Esse algo mais é o *conhecimento*. Uma monografia é um documento que apresenta de forma organizada uma contribuição para o estado da arte, apresentando, portanto, informações que não eram conhecidas e que a partir do momento em que são publicadas passam a integrar o corpo de conhecimento relevante para quem for atuar em uma determinada área.

Os trabalhos técnicos, que são aceitáveis na graduação e na especialização, apenas usam o conhecimento já disponível.

Os trabalhos científicos, que devem obrigatoriamente ser desenvolvidos no mestrado e no doutorado, devem, além de usar o conhecimento já disponível, criar novos conhecimentos, associando-os dentro de uma estrutura coerente àqueles que já são conhecidos. Sendo assim, o desenvolvimento de sistemas ou protótipos servirá apenas como apoio para demonstrar a aplicabilidade desses novos conhecimentos, se assim for necessário.

3.3.3 Os Objetivos Específicos

Os objetivos específicos devem ser escolhidos da mesma forma que o objetivo geral, ou seja, devem ser não triviais e verificáveis ao final do trabalho. Normalmente, os objetivos específicos não são etapas do trabalho, mas subprodutos. Deve-se tomar cuidado para não confundir os objetivos específicos com os passos do método de pesquisa.

A implementação de um protótipo ou a coleta de dados empíricos possivelmente serão etapas dentro de um trabalho e, portanto, parte do método de trabalho. Esses passos não são, assim, objetivos específicos.

Deve-se entender, portanto, que os objetivos específicos são detalhamentos ou subprodutos do objetivo geral. Se o objetivo geral consiste em provar uma determinada hipótese, os objetivos específicos podem estabelecer a prova de uma série de condições associadas a tal hipótese.

3.4 O Método de Pesquisa

Em geral as monografias têm um capítulo ou seção designados como “metodologia”. Entretanto, *metodologia* seria o estudo dos métodos. Apesar do uso corrente, linguisticamente seria mais correto afirmar que um trabalho científico individualmente tem um *método* de pesquisa e não uma metodologia.

Segundo a [Wikipédia \(2009a\)](#), “A Metodologia é o estudo dos métodos. (...) Tem como finalidade captar e analisar as características dos vários métodos disponíveis, avaliar suas capacidades, potencialidades, limitações ou distorções e criticar os pressupostos ou as implicações de sua utilização.”

Difícilmente um aluno escrevendo uma monografia apresenta uma *metodologia* com essas características. O usual é que, dependendo do tipo de problema, se escolha um método de trabalho e siga utilizando-o até comprovar ou refutar as hipóteses. Assim, os termos *método* e *metodologia* serão aqui claramente diferenciados.

Ainda segundo a [Wikipédia \(2009b\)](#), “O método científico é um conjunto de regras básicas para desenvolver uma experiência a fim de produzir novo conhecimento, bem como corrigir e integrar conhecimentos preexistentes. Na maioria das disciplinas científicas consiste em juntar evidências observáveis, empíricas (ou seja, baseadas apenas na experiência) e mensuráveis e as analisar com o uso da lógica.”

Este livro trata de metodologia porque apresenta um estudo de métodos. Mas o livro em si teve um método para ser concebido e escrito, o qual não é aqui descrito. Porém, uma monografia deverá sempre descrever o método usado para chegar às conclusões.

O método propriamente dito de um trabalho científico só pode ser estabelecido depois que o objetivo tiver sido definido. Por esse motivo, no caso da Computação, normalmente a revisão bibliográfica não deveria nem fazer parte do método. A revisão bibliográfica consiste em um passo do trabalho no qual o aluno vai iniciar ou aprofundar seus conhecimentos em um campo do saber para que possa então propor um objetivo que seja coerente com o grau que deseja obter. Ou seja, a etapa de revisão bibliográfica não seria parte do método, mas um *pré-requisito* para realização do trabalho de pesquisa, pois quem não estudou o assunto não tem como propor um objetivo válido.

O método consiste na sequência de passos necessários para demonstrar que o objetivo proposto foi atingido, ou seja, se os passos definidos no método forem executados, os resultados obtidos deverão ser convincentes.

O método deve então indicar se protótipos serão desenvolvidos, se modelos teóricos serão construídos, quais experimentos eventualmente serão realizados, como os dados serão organizados e comparados, e assim por diante, dependendo do tipo de trabalho.

A definição do método de pesquisa é um passo fundamental a ser executado logo após a definição do objetivo. Dado o objetivo, o método descreve o caminho para atingi-lo. Assim, deverá ser suficiente trilhar o caminho descrito pelo método para se alcançar o objetivo. Se o objetivo e o método foram coerentes, então grande parte do trabalho de pesquisa já terá sido executada, restando apenas a execução dos

passos descritos no método.

Porém, descrever um conjunto de passos que constitua um método de trabalho científico aceitável exige alguns conhecimentos sobre o método científico que serão detalhados nesta seção. A não observância do método científico pode levar a conclusões erradas ou forçadas.

Propostas metodologicamente ingênuas não são totalmente incomuns em computação. Coisas como “trabalhar com dois grupos, um com a ferramenta e outro sem a ferramenta”, até poderia ser parte de um método, mas não é suficiente. Se a diferença entre as médias dos dois grupos for de 0,5 ponto percentual, pode-se concluir que um grupo foi melhor que o outro? Ou pode ter sido obra do acaso? E se a diferença for de cinco pontos percentuais? Como saber? Existem algumas informações trazidas pela estatística que devem ser do conhecimento de qualquer pessoa que se aventure a desenvolver pesquisa científica.

Além disso, existe ainda a possibilidade do mau uso da lógica. Os antigos sofistas eram bastante requisitados entre os gregos para argumentação. Entretanto, nem sempre a lógica usada por eles era exatamente a que poderia ser aceita cientificamente. Um exemplo hilário de uso tortuoso da lógica aparece no filme *Monty Python em Busca do Cálice Sagrado*, quando Bedevere propõe um método infalível para determinar a identidade de uma bruxa. Ao final de uma série de argumentações pseudológicas, ele conclui que, se a mulher pesar tanto quanto um pato, será uma bruxa. Basicamente, segundo Bedevere, bruxas queimam e madeira também queima. Madeira flutua na água assim como os patos. Logo, se a mulher pesar tanto quanto um pato é feita de madeira e, portanto, é uma bruxa.

3.4.1 Dados versus Conceitos

O método de pesquisa não consiste apenas em coletar dados para suportar a hipótese de trabalho. É necessário elaborar um discurso ponderado e esclarecedor a partir desses dados. O aspecto mais importante de uma monografia é o pensamento crítico e não apenas a coleta de informações. Trabalhos acadêmicos que se restringem à realização de pesquisas de opinião através de questionários com a consequente tabulação dos dados e apresentação de gráficos não terão validade se não trouxeram consigo alguma informação nova.

Lakatos e Marconi (2006) identificam o questionário como um instrumento de pesquisa que dispensa a presença do pesquisador. Porém, deve-se evitar a distribuição de questionários para serem respondidos se não se sabe com antecedência qual a informação que se está buscando, ou seja, qual a hipótese que se está tentando comprovar.

Além disso, em geral respostas diretas e interpretações simplistas não são as mais interessantes. Por exemplo, há algum tempo pesquisadores realizaram uma pesquisa na Inglaterra, onde entrevistaram homens e mulheres perguntando quantos parceiros sexuais haviam tido ao longo da vida. O resultado médio para as mulheres foi três e o resultado médio para os homens foi 10. Uma interpretação

ingênua e simplista desse fato diria que o homem em média tem mais parceiros do que as mulheres. Porém, considerando-se que existe aproximadamente o mesmo número de homens e mulheres na sociedade, isso é impossível, visto que cada vez que um homem tem uma nova parceira, uma mulher (a parceira) também tem automaticamente um novo parceiro. Portanto, as duas médias deveriam ser praticamente iguais. A conclusão da pesquisa foi, portanto, que ou os homens mentem para mais, ou as mulheres mentem para menos, ou ambos mentem quando se trata de quantificar o número de parceiros.

3.4.2 Pesquisa Experimental e Não-Experimental

Uma das caracterizações clássicas das formas de pesquisa consiste na classificação da pesquisa experimental e não-experimental.

Basicamente, a pesquisa não-experimental consiste no estudo de fenômenos sem a intervenção sistemática do pesquisador. Por exemplo, um pesquisador que estude o dia a dia de uma empresa de desenvolvimento de software para detectar ali determinadas práticas previamente catalogadas está fazendo uma pesquisa não-experimental, pois ele age apenas observando e tirando conclusões a partir de um arcabouço teórico preconcebido.

Já a pesquisa experimental implica que o pesquisador sistematicamente provocará alterações no ambiente a ser pesquisado de forma a observar se cada intervenção produz os resultados esperados.

No exemplo anterior, se o pesquisador resolver criar artificialmente situações de estresse dentro da empresa para verificar como os funcionários reagem, então ele estará realizando pesquisa experimental.

3.4.3 Objetividade

Uma característica bastante importante da pesquisa científica é a objetividade. O pensamento humano permite a tirada de conclusões que nem sempre são objetivas, como no caso das opiniões. Por exemplo, um desenvolvedor pode considerar que a programação orientada a objetos é mais fácil de usar do que a programação estruturada. Isso é apenas uma questão de opinião. Mesmo que o desenvolvedor consiga estabelecer todo um conjunto de argumentos para justificar essa opinião, ela ainda carece de objetividade científica. Por quê? Porque a facilidade de uso não é uma conclusão à qual chegaria qualquer observador independente. Um programador experimentado em orientação a objetos pode considerar muito fácil trabalhar com objetos e mensagens, mas um iniciante ou ainda um programador experimentado em Cobol poderia ter dificuldade com tais conceitos. Esse último ainda poderia sugerir que Cobol é que é muito mais fácil de usar.

Segundo [Kerlinger \(1980\)](#), *“a condição principal para satisfazer o critério de objetividade é, idealmente, que quaisquer observadores com um mínimo de competência concordem com seus resultados”*.

Os experimentos e as observações no trabalho científico devem, então, ser tratados de forma objetiva. Qualquer observação ou grandeza que se queira avaliar deve ser definida de forma a que leituras possam ser feitas independentemente do observador que as toma. Por exemplo, o pesquisador poderia dizer que um sistema é “fácil de usar” se um determinado conjunto de tarefas predefinido puder ser executado por um usuário com um determinado grau de treinamento dentro de um período de tempo predeterminado. A objetividade do conceito passa a ser então a pertinência a um conjunto discreto.

Ainda é possível definir um fenômeno objetivamente, mas de forma difusa, isto é, em vez de trabalhar com apenas duas categorias como “fácil” ou “difícil”, trabalha-se com um grau de dificuldade inerente. Novamente, a definição objetiva deve considerar uma medição que possa ser realizada de forma independente por diferentes observadores e ainda assim chegar aos mesmos resultados. Elaborando sobre o exemplo anterior, então, seria possível definir o grau de dificuldade como o tempo médio que usuários com determinado grau de treinamento levam para realizar um conjunto de tarefas previamente definido usando a ferramenta. Nesse caso, diversas medições chegarão a valores objetivos e comparações poderão ser feitas entre sistemas.

Porém, ter uma definição objetiva de um fenômeno não é suficiente para se produzir um trabalho de qualidade. É necessário observar ainda a qualidade da própria definição. Ou seja, poderá haver pesquisadores que não concordem que o tempo médio para realizar um conjunto de tarefas seja uma boa definição para “facilidade de uso”. Levando o caso a um extremo para melhor compreensão, se um pesquisador definisse que um sistema é fácil de usar apenas se puder ser utilizado via Internet, essa definição dificilmente seria aceita, pois se afasta muito daquilo que em geral se considera, mesmo intuitivamente, como facilidade de uso.

Então, para trabalhar com observações de fenômenos, o pesquisador deve definir

de maneira objetiva o fenômeno que vai observar e convencer os demais de que essa definição é razoavelmente intuitiva, mas em especial útil, para chegar a algum resultado.

3.4.4 Empirismo

Há um ditado que já vem se tornando clássico em computação: “Teoria é quando o fenômeno é compreendido, mas não funciona. Prática é quando funciona, mas não se sabe por quê. Na Computação coexistem a teoria e a prática: nada funciona e não se sabe por quê.”

Essa *prática* tem sido um dos significados adotados para o termo “empírico” por desenvolvedores na área de computação. Não importa por que, basta que funcione. Se funcionar está certo! Esse ponto de vista pragmático, porém, não corresponde ao significado de *empírico* dado pela ciência. Segundo [Kerlinger \(1980\)](#), “empírico significa guiado pela evidência obtida em pesquisa científica sistemática e controlada”.

A computação, enquanto ciência, fundamenta suas pesquisas no empirismo e não no princípio da autoridade. Em computação, na maioria das vezes, pouco importa a opinião deste ou daquele expoente, mas as conclusões objetivas obtidas empiricamente.

A falta de empirismo pode levar a conclusões erradas. Na idade média acreditava-se que o homem tinha uma costela a menos do que a mulher, já que a Bíblia relatava que a mulher havia sido criada a partir de uma costela do homem. Essa crença poderia ser refutada sem dificuldades caso alguém usasse de empirismo para simplesmente contar a quantidade de costelas em um e outro sexo.

Já [Descartes \(2004\)](#) acreditava que o coração batia porque era o lugar mais quente do corpo, e seu calor inflava o sangue que entrava nele. Essa conclusão obtida com alguma reflexão mas pouca evidência empírica não serve para mais nada hoje, pelo menos na área da Medicina.

O empirismo é importante para a ciência, portanto, porque é uma maneira sensata de olhar o mundo. Não basta acreditar em sua intuição ou nas palavras dos mestres. É preciso verificar objetivamente se o fenômeno descrito realmente é verdadeiro.

Antes foi mencionado o fato de que o interesse pela Internet vem crescendo muito nos últimos anos. Será verdade? Quem disse? E de onde observou esse fato? É um sentimento comum e intuitivo. Possivelmente vários livros e artigos sobre Internet têm falado isso ao longo dos anos. Mas será essa afirmação realmente verdadeira hoje? Não estará o interesse pela Internet estável ou diminuindo? O leitor provavelmente responderá “claro que não” a essa última pergunta. Mas como pode ter tanta certeza? Fez alguma observação empírica? Tem dados? Afinal o que é *interesse*? Como se mede?

Essas dúvidas são importantes para o cientista que quer realmente entender os fenômenos e descobrir novos conhecimentos. Se os médicos atualmente continuassem acreditando que o coração bate porque aquece o sangue, baseados na afirmação de Descartes, pouquíssimos avanços da Medicina teriam sido conseguidos. Duvidar das conclusões de outros cientistas e duvidar do próprio senso comum, muitas vezes, é a chave para grandes descobertas.

3.4.5 Variáveis

Foi mencionada anteriormente a existência de fenômenos para os quais interessa ao cientista realizar medições objetivas. Em geral, tais fenômenos que podem ser medidos objetivamente são identificados como *variáveis*. Uma variável é um nome que se dá a um fenômeno que pode ser medido e que varia conforme a medição. Se não variasse seria uma *constante* e não teria maior interesse para a pesquisa.

Variáveis em experimentos, assim como as variáveis em programas computacionais possuem um domínio, ou seja, um conjunto de valores dentro do qual a variável se altera. Por exemplo, uma temperatura em geral será um número racional limitado inferiormente pelo zero absoluto (o valor literal dependerá da escala que se use). Uma variável relacionada à temperatura não poderá assumir o valor “Z” ou “falso”, já que esses não pertencem ao seu domínio.

O domínio de uma variável pode ser discreto ou contínuo. Variáveis contínuas assumem valores reais, a ideia de contínuo vem do fato de que entre dois valores sempre existe um terceiro. Já as variáveis discretas assumem seus valores em conjuntos cujos elementos podem ser ordenados ou em conjuntos finitos. O número de participantes de uma videoconferência é um fenômeno representado em uma variável cujo domínio é discreto e corresponde ao conjunto dos números naturais. Os valores desse conjunto podem ser ordenados, e entre o n -ésimo valor e o $(n+1)$ -ésimo valor não existe uma terceira possibilidade para qualquer n que seja um número natural.

Algumas variáveis discretas assumem seus valores em conjuntos finitos. Tais variáveis são denominadas *categóricas*. Por exemplo, as notas que um estudante de mestrado na UFSC pode obter em uma disciplina variam no conjunto $\{A, B, C, E\}$. Em ciência, muitas vezes fenômenos observados são classificados com variáveis categóricas, pois estas são em geral mais fáceis de compreender do que valores contínuos. Caso se avaliasse alunos com valores contínuos, seria razoável concluir que um aluno com nota 6,7812 é melhor do que um aluno com nota 6,7811?

Em alguns casos é possível estabelecer regras de transformação de valores contínuos para discretos. Esse processo, chamado *discretização*, consiste em atribuir um valor discreto diferente para variados intervalos de valores contínuos. Por exemplo, considerando-se notas arredondadas para uma casa decimal após a vírgula, pode-se estabelecer uma correspondência entre o domínio contínuo e a variável categórica da seguinte maneira: notas de 0,0 a 4,9 poderiam ser consideradas como o conceito E, notas de 5,0 a 6,9, como conceito C, notas de 7,0 a 8,9, como conceito B, e notas de 9,0 a 10,0, como conceito A. Note-se, porém, que quando se aplica o conceito de arredondamento para uma casa decimal depois da vírgula o domínio da variável já foi transformado de contínuo em discreto, pois, dessa forma, as notas possíveis limitam-se a 101 valores: $\{0,0, 0,1, 0,2, \dots, 9,8, 9,9, 10,0\}$.

Na pesquisa científica é importante classificar ainda as variáveis como *medidas* ou *manipuladas*. Uma variável *medida* é aquela cujo fenômeno será observado pelo pesquisador. Por exemplo, quantas vezes um usuário de uma ferramenta vai olhar