

6 Conclusão

As aplicações que acessam as bases de dados estão evoluindo rapidamente e, com isso, sua complexidade está aumentando e gerando uma demanda cada vez maior por um tempo mínimo de resposta ou uma maior vazão. Para conseguir atingir esse objetivo, o DBA precisa analisar diversos parâmetros de configuração do SGBD e utilizar diversas técnicas de sintonia fina. Além disso, é necessário entender os impactos entre esses parâmetros e técnicas. A alteração do valor de um parâmetro pode impactar negativamente em outro e o DBA precisa estar ciente disso, ou seja, precisa ter uma visão global sobre o seu domínio.

Mesmo um DBA experiente, ao lidar com o aumento da complexidade tanto nas cargas de trabalho submetidas pela aplicação quanto nas máquinas de consulta, pode não entender completamente todas as consequências das decisões de sintonia fina durante todo o processo. Dessa forma, a indústria e a academia estão criando cada vez mais ferramentas de apoio à sintonia fina. Tais ferramentas automatizam por completo ou parte, uma ou mais técnicas de sintonia fina, gerando ações diretas na base de dados.

Muitas ferramentas prometem melhorias no desempenho da base de dados, que eventualmente podem não ser obtidas. Isso acaba frustrando e desencorajando os usuários a utilizar esses tipos de ferramenta. Isso só reforça a necessidade de explicitar o raciocínio existente e os resultados obtidos com a ferramenta.

Além de explicitar o raciocínio, a ferramenta também poderia acoplar conhecimento do domínio de forma a prover argumentos que ajudem o DBA a comprovar a eficácia do seu trabalho em um momento de questionamento. É importante que o DBA apresente todas as alternativas pensadas antes de tomar uma decisão final sobre uma configuração recomendada. Isso demonstra o quanto foi complexo o trabalho dele e o quanto ele esgotou as possibilidades disponibilizadas para o ambiente analisado, tornando o seu trabalho mais confiável.

Pensando em representação de conhecimento do domínio de sintonia fina, em adicionar sentido e significado aos conceitos envolvidos nesse domínio e explicitar o raciocínio de uma ferramenta, surge a ideia do uso de uma ontologia. A ontologia se mostra com um forte potencial de ajuda na inclusão de semântica à área de sintonia fina do projeto físico de banco de dados. Uma das vantagens de se definir uma ontologia é formalizar os conceitos envolvidos e garantir um entendimento comum sobre as técnicas de sintonia fina. Analisando a literatura, verificou-se que ainda não se dispõe de uma maneira formal que estruture os conceitos envolvidos em uma atividade de sintonia fina do projeto físico de banco de dados.

Além disso, foi argumentado nesta tese que a disponibilização de um *framework* para lidar com as execuções das diversas heurísticas de sintonia fina – já existentes ou mesmo as que vierem a surgir no futuro – é uma alternativa interessante. É necessário permitir a inclusão de novas heurísticas e conceitos. Com novos itens acoplados, podem ocorrer combinações que derivem até mesmo novas práticas na área de sintonia fina de banco de dados. Com isso, o DBA não só possui a semântica sobre o raciocínio de uma ferramenta, que vai permitir justificar o seu trabalho, como também passa a dispor de uma forma de combinar as regras de cada heurística já proposta na literatura, podendo obter resultados mais completos, novas práticas de sintonia fina e ter melhores argumentos para a solução encontrada até então.

Na indústria já existem ferramentas (Alhadi et al, 2012) que se preocupam em explicar para o usuário o motivo de sugerir algumas recomendações. Outras (Dias et al, 2005) se preocupam em “aprender” com um retorno do DBA sobre as suas sugestões. Mas nenhuma delas se preocupa em explicitar todo o seu raciocínio, demonstrando o que foi pensado, mas não foi aplicado por algum motivo. Com o universo de alternativas pensadas para a atividade de sintonia fina, o DBA pode validar se foi ou não uma boa estratégia ter usado a ferramenta. Ele pode verificar, por exemplo, que uma certa heurística poderia ter sido melhor se estivesse combinada com a heurística da ferramenta, gerando uma série de alternativas de solução mais completa. Visualizando as diversas alternativas de soluções, o DBA também pode decidir por uma alternativa diferente da escolhida pela heurística.

6.1. Limitação

É importante destacar que a principal limitação do trabalho desenvolvido nessa tese é o fato de estar condicionado ao poder de expressão das linguagens de regras utilizadas. Embora possa ser usado o desenvolvimento de funções para contornar o que não pode ser expresso por uma determinada linguagem de regras, essa solução não é a mais indicada. No caso de definir funções no *framework*, o raciocínio da heurística continua não sendo explicitado, acarretando no cenário que já se tem atualmente nas ferramentas de sintonia fina.

6.2. Contribuições

O trabalho de pesquisa desta tese diz respeito à oferta de transparência sobre o raciocínio usado por DBAs ou ferramentas de auto-sintonia. A principal contribuição envolve agregar semântica ao processo de sintonia fina de bancos de dados, permitindo argumentar e justificar decisões tomadas, comparar alternativas independentes e inferir novas práticas de ajustes que possam influenciar no otimizador.

Como consequência, deseja-se prover maior confiabilidade sobre a atividade de sintonia fina, explicitando as alternativas de soluções disponíveis e analisadas até a decisão final. Uma vez definido sobre um modelo de domínio formalizado, a semântica pode contribuir com discussões que permitam aos DBAs ou usuários de ferramentas de sintonia fina automática alterarem heurísticas existentes, ou ainda, definir novas práticas que obtenham melhores resultados ou reforcem os argumentos para as decisões já tomadas.

Se o raciocínio não estivesse explícito, o DBA nem teria condições de levantar pontos de discordâncias mais específicos. Ele teria de demandar um bom tempo para entender o código fonte da ferramenta ou o seu *log* para então, conseguir validar o raciocínio aplicado. Com o uso do *framework* proposto nesta tese, as regras usadas para as tomadas de decisões estão definidas em termos do domínio de sintonia fina. Isso permite que o DBA tenha mais confiança nas ações realizadas, baseado em uma ferramenta de alto nível, em função de um conjunto padronizado e formalizado de conceitos da sua área.

Como contribuições adicionais, pode-se citar:

- ✓ **Definição de uma ontologia do domínio e de tarefa de sintonia fina** → levantamento de conceitos envolvidos na tarefa de sintonia fina, padronização do significado e formalização dos mesmos. Dessa forma, pode haver um entendimento comum dos DBAs e usuários interessados sobre a atividade, permitindo discussões e comparações nesta área.
- ✓ **Extensão do domínio e meta-modelo do *framework*** → como foi usada a técnica de ontologia, isso permite que o DBA possa inserir conhecimento ao modelo em alto nível. No caso de surgirem novas técnicas, heurísticas e conceitos de sintonia fina, o DBA consegue acoplá-las na ontologia. Portanto, o *framework* proposto nessa tese é totalmente flexível e extensível para obter o conhecimento prévio de um DBA experiente.
- ✓ **Extração de argumentos que permitam elaborar justificativas para análise realizada sobre a base de dados** → possibilidade de extrair informações sobre o raciocínio das ferramentas de auto-sintonia através de consultas em SQWRL ou outra linguagem que permita extrair informações da ontologia.
- ✓ **Maneira sistemática e automática de realizar combinações de heurísticas de sintonia fina** → como a representação de heurísticas de sintonia fina passa a ser realizada de maneira uniforme, através do uso de um meta-modelo sobre uma ontologia, é possível definir uma maneira sistemática de combiná-las. Além disso, a combinação de regras usadas por heurísticas para a tomada de decisão pode ser realizada de maneira automatizada pelo uso de máquinas de inferências existentes no mercado.
- ✓ **Permitir a comparação de heurísticas de sintonia fina** → Como as heurísticas são definidas, de maneira uniforme e em cima de conceitos padronizados do domínio, isso permite verificar, através dos conceitos usados como pré-condições, quais delas são compatíveis. Assim, realizando essas comparações e análises, pode-se fundamentar melhor porque as heurísticas fazem sentido juntas,

bastando olhar para o seu encadeamento de conceitos definidos como pré-condições.

- ✓ **Permitir análise mais específica sobre as heurísticas de sintonia fina disponíveis** → com as regras e os parâmetros usados pelas heurísticas definidos de maneira explícita no metamodelo, é possível que o DBA ou outro usuário analise mais especificamente a heurística. Em caso de divergências, como as regras estão especificadas em termos dos conceitos bem definidos na ontologia, o DBA consegue identificar claramente o ponto de discordância.

6.3. Trabalhos Futuros

Finalizando, seguem alguns dos trabalhos futuros identificados:

- ✓ **Refinar a ontologia de domínio** → como o objetivo desta tese não foi especificar uma ontologia, mas sim viabilizar uma maneira de inserir transparência no raciocínio de um DBA ou das ferramentas de auto-sintonia, não houve uma modelagem exaustiva. É interessante que a ontologia seja enriquecida com mais conceitos e detalhes, principalmente aqueles que envolvam heurísticas de sintonia fina das demais técnicas não exploradas completamente nesse trabalho (ex.: visão materializada e particionamento). Além disso, também podem ser acrescentados relacionamentos que reflitam os impactos entre os parâmetros de configuração que interferem no desempenho do banco de dados. O modelo também poderia ter sua semântica sofisticada com mais regras que estejam implícitas nas execuções das heurísticas. Por exemplo, o fato de que um índice com determinado grau de fragmentação passa a não desempenhar bem na base de dados.
- ✓ **Forma de classificar as ações das heurísticas** → no momento em que duas ou mais heurísticas são combinadas, elas podem gerar ações diferentes que vão corresponder às alternativas de solução. Como a tendência é que as combinações sejam crescentes, pode ser inviável para o DBA analisar todas elas e verificar quais fazem ou não sentido. Dessa

forma, seria interessante ter uma maneira de ordenar as ações derivadas de regras das heurísticas de acordo com algum critério de relevância.

- ✓ **Elaborar planos de testes para avaliar ações de heurísticas** → A partir de combinações sobre heurísticas nunca antes combinadas, poderiam ser gerados, utilizando ferramentas de auxílio, planos de testes para verificar, de forma automática, se de fato a nova heurística ou prática de sintonia fina é proveitosa ou não.
- ✓ **Desenvolver uma interface gráfica com uso de linguagem natural para explicações** → pode ser elaborada uma interface gráfica de forma a apresentar para o DBA uma forma mais amigável de visualizar, por exemplo, o encadeamento das instâncias das classes do *framework*. Com isso, o DBA consegue ver claramente as interligações, sem precisar ficar realizando consultas e subtendo-as ao metamodelo. Outro trabalho seria transformar o máximo de informação em explicações em linguagem natural. Por exemplo, as regras definidas em SWRL pelas heurísticas. Dessa forma, possibilitaria outros usuários, que não sejam DBAs, a ficar mais familiarizados com o ambiente.
- ✓ **Elaborar um sistema colaborativo para a atividade de sintonia fina** → uma vez que esta tese proporciona um vocabulário e entendimento comum sobre o domínio de sintonia fina e as ações que são aplicadas sobre o banco de dados bem como suas justificativas, pode-se pensar em um sistema colaborativo de sintonia fina. Esse cenário pode ser aplicado em um ambiente na nuvem, por exemplo, onde a quantidade de dados cresce cada vez mais e existem diversas pessoas monitorando suas bases. Dessa forma, cada DBA já vai ter ciência sobre as heurísticas consideradas, valores de parâmetros usados, regras aplicadas, ações executadas e justificativas de execuções de ações já realizadas em algum momento por algum outro DBA.
- ✓ **Realizar estudo de caso com DBAs** → apresentar o *framework* proposto nesta tese para os DBAs utilizarem durante o seu trabalho de sintonia fina, buscando uma resposta sobre a aceitação ou não do trabalho. O estudo de caso pode ser realizado com uso de ferramentas automáticas de sintonia fina com e sem o apoio do *framework*. Com isso, busca-se também

identificar se o uso do *framework* aumenta ou diminui a confiança de um DBA sobre as sugestões originadas de ferramentas de sintonia fina.

- ✓ **Fundamentar a ontologia** → utilizar uma ontologia de fundamentação para levantar mais conceitos e retirar a ambiguidade dos conceitos já definidos.
- ✓ **Estabelecer métricas para medir a eficácia de heurísticas** → definir métricas que possam ser usadas pelo *framework* para avaliar de forma automática se uma determinada heurística é ou não eficaz.