Padrões

- Endereçam uma classe de problemas recorrentes e apresenta uma solução para eles (podem ser considerados um par problema-solução)
- Permitem a construção de software com propriedades definidas
- Ajudam na construção de arquiteturas de software complexas e heterogêneas
- Ajudam a gerenciar a complexidade do software

Anti-Padrões

- Mostram o insucesso da aplicação de uma padrão em determinadas classes de problemas
- Podem ser de dois tipos:
  - Descrevem uma solução ruim para um problema
  - Descrevem como escapar de uma solução ruim e a partir dela chegar em uma solução boa para um problema

Categorias de Padrões

- Padrão Arquitetural ou Estilo Arquitetural
- Padrão de Design (Design Patterns)
- Idiomas

Padrões Arquiteturais

- Expressam um esquema de organização para sistemas de software
- Arquitetura de Software Orientada a Padrões
  - Maneira de documentar arquiteturas de software
  - Oferece *templates* para arquiteturas de software concretas que são um conjunto de regras predefinidas que especificam as responsabilidades e a organização dos relacionamentos entre as partes constituintes

Padrões de Design

- Os subsistemas da arquitetura de software bem como os relacionamentos entre eles, consistem de várias unidades arquiteturais menores. Tais unidades são descritas usando *design patterns*.
- Oferece um esquema para refinar os subsistemas

Idiomas

- Tratam com a implementação dos aspectos de design
- É um padrão de baixo-nível específico para uma linguagem de programação
- Descreve como implementar aspectos particulares dos componentes ou relacionamentos entre eles usando as características de uma dada linguagem

Estilos Arquiteturais

- Em geral sistemas seguem um estilo, ou padrão, de organização estrutural
- Os estilos diferem:
  - nos tipos de componentes que usa
  - na maneira como os componentes interagem com os outros (regras de interação)
- Termos relacionados: padrão arquitetural, estilo arquitetural, idioma arquitetural

Estilos Arquiteturais

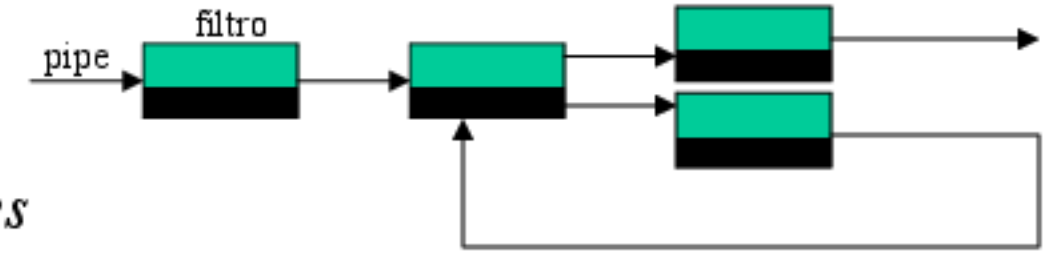
- Um estilo arquitetural define uma família de sistemas em termos de um padrão de organização estrutural [Shaw96]
- Define:
  - um vocabulário de *componentes*
  - tipos de *conectores*
  - conjunto de *restrições* que indica como os elementos são combinados

Exemplos de Estilos Arquiteturais

- Pipes e Filtros
- Camadas
- Invocação Implícita (Baseada em Eventos)
- BlackBoard
- Broker
- Reflexão

Estilo: Pipe e Filtros

- Tipicamente divide a tarefa de um sistema em vários passos de processamento sequencial
- Componentes:
  - São chamados *Filtros*
  - Tem um conjunto de entradas e um conjunto de saídas
  - Realiza o processamento de um stream de dados



- Conectores:
  - São chamados *Pipes*
  - Servem como condutores, transmitindo as saídas de um filtro para as entradas de outro.

Estilo: Pipe e Filtros

- Especializações do Estilo Pipe e Filtros
  - *Pipelines*: restringe a topologia a sequência linear de filtros
  - *Pipes Tipados* (Typed Pipes): estabelece que os dados passados entre dois filtros tenham um tipo bem definido

Estilo: Pipe e Filtros

Class Filtro	**Colaboradores** Pipe
Responsabilidade Recebe dados de entrada Realiza uma função nos dados de entrada Fornece dados de saída	

Class Pipe	**Colaboradores** Filtros
Responsabilidade Recebe dados de entrada Realiza uma função nos dados de entrada Fornece dados de saída	

Estilo: Pipe e Filtros Implementação

- Divida as tarefas do sistema em uma sequência de estágios de processamento:
  - Cada estágio deve depender apenas da saída do seu predecessor direto
  - Todos os estágios são conectados pelo fluxo de dados
- Defina o formato de dados a ser passado ao longo de cada pipe
- Decida como implementar cada conexão com pipe
  - Implica em decidir se os filtros são componentes ativos ou passivos

Estilo: Camadas

- Um sistema em *camadas* é organizado hierarquicamente, cada camada oferecendo serviço a camada acima dela e servindo como cliente da camada inferior.
- Componentes:
  - São representados por cada camada
- Conectores:
  - São definidos pelos protocolos que determinam como cada camada irá interagir com outra
  - Limitam as interações a camadas adjacentes

Estilo: Camadas

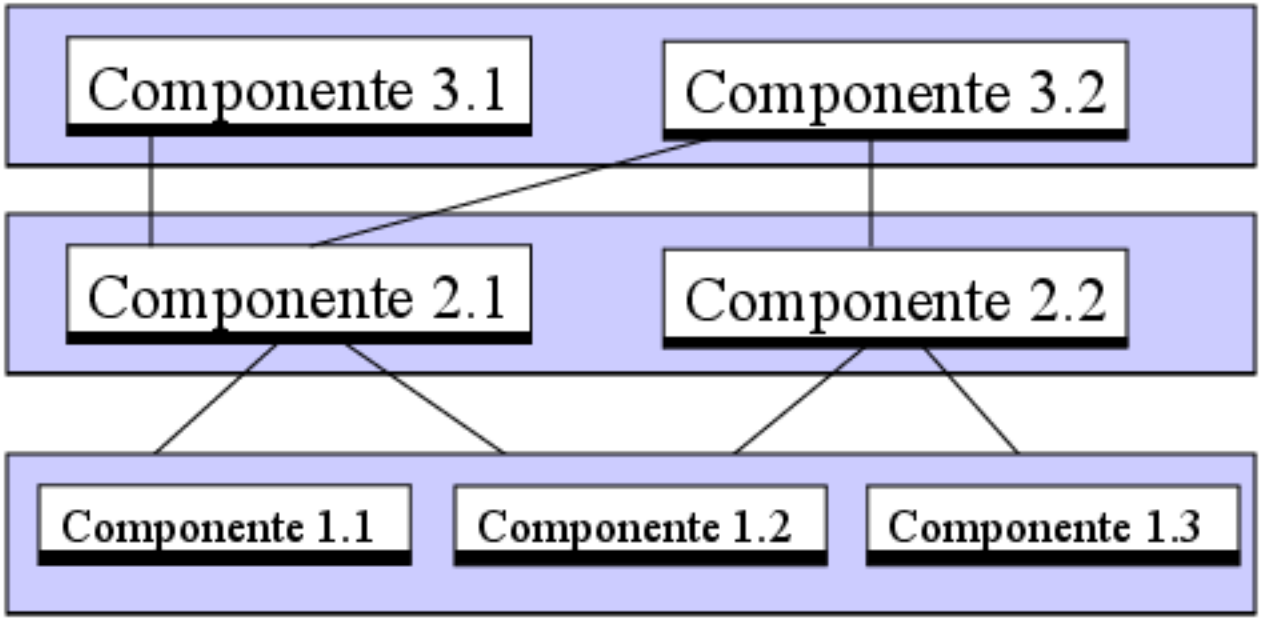
- Protocolos de rede são os melhores exemplos de arquiteturas em camadas
  - Definem um conjunto de regras e convenções que descrevem como programas de computador em diferentes máquinas comunicam-se
  - O formato, conteúdo e significado das mensagens são definidas

Estilo: Camadas

Class Camada J	**Colaboradores** Camada J-1
Responsabilidade Oferecer serviços usados pela camada J+1 Delegar subtarefas a camada J-1	

Estilo: Camadas

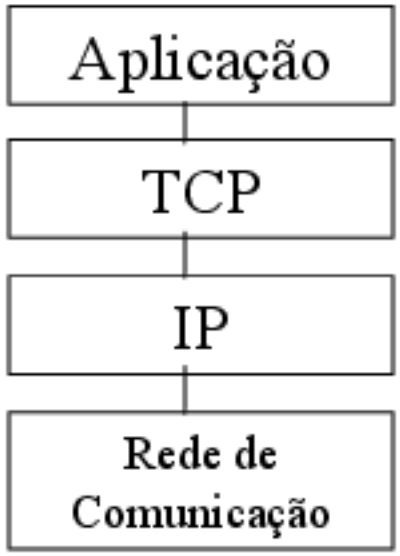
- Cada camada individual pode ser uma entidade complexa consistindo de diferentes componentes



Estilo: Camadas

Modelo OSI da ISO

Modelo TCP/IP



Estilo: Camadas Implementação

- Defina o **critério de abstração** para agrupar tarefas em camadas
  - Exemplo: a distância do hardware pode formar os níveis mais baixos e a complexidade conceitual os níveis mais altos
- Determine o número de níveis de abstração de acordo com seu critério de abstração
- Nomei as camadas e determine as tarefas de cada uma delas
  - A tarefa da camada mais alta é a percebida pelo cliente
  - As tarefas das demais camadas visam ajudar a realização da tarefa da camada mais alta

Estilo: Camadas Implementação – cont.

- Especifique os serviços
- Especifique uma interface para cada camada
- Refine cada camada:
  - Estruturação de cada camada individualmente
  - Quando uma camada é complexa ela deve ser separada em componentes individuais e cada componente pode seguir um padrão ou estilo diferente

Estilo: Camadas

- Variantes do estilo
  - *Sistema de Camadas Relaxadas*: é menos restritivo quanto aos relacionamentos entre as camadas. Cada camada pode usar os serviços de TODAS as camadas abaixo dela não apenas da camada mais próxima.
  - *Camadas através de herança:* algumas camadas são implementadas como classes base. As camadas mais altas herdam a implementação das camadas mais baixas. Comum em sistemas orientados a objetos.

Estilo: Camadas

- Vantagens:
  - Permite projetos baseados em níveis crescentes de abstração
  - Permite particionar problemas complexos em uma sequência de passos incrementais
  - Mudanças em uma camada afetam, no máximo, as duas adjacentes
  - Permite que diferentes implementações da mesma camada possam ser usadas desde que mantenham a mesma interface com as camadas adjacentes

Estilo: Camadas

- Desvantagens:
  - Nem todos os sistemas são facilmente estruturados em forma de camadas
  - É difícil encontrar os níveis de abstração corretos (muitas vezes os serviços abrangem diversas camadas).

Estilo: BlackBoard

- Útil para problemas no qual não há uma solução determinística
- Uma coleção de programas independentes que trabalham cooperativamente em uma estrutura de dados comum (blackboard)
  - Vários subsistemas especializados agregam seu conhecimento para conseguir uma possível solução aproximada para o problema
  - Os subsistemas especializados são independentes uns dos outros
- BlackBoard = repositório de dados compartilhados

Estilo: BlackBoard

- Justificativa da denominação BlackBoard
  - Herda da idéia de pessoas que trabalham juntas na frente de um quadro (blackboard) para resolver uma tarefa.

Estilo: BlackBoard

- Componentes:
  - **Origens do Conhecimento**: elementos independentes que resolvem aspectos específicos do problema. Juntos modelam o domínio do problema. Nenhum pode resolver a tarefa do sistema sozinho.
  - **Blackboard**: elemento central de armazenamento. Armazena dados para resolver o problema que são modificados pelos componentes origens do conhecimento
  - **Controle**: executa um loop que monitora o estado do blackboard e decide qual a próxima ação que tipicamente é o escalonamento de algum elemento *origem do conhecimento*

Estilo: BlackBoard

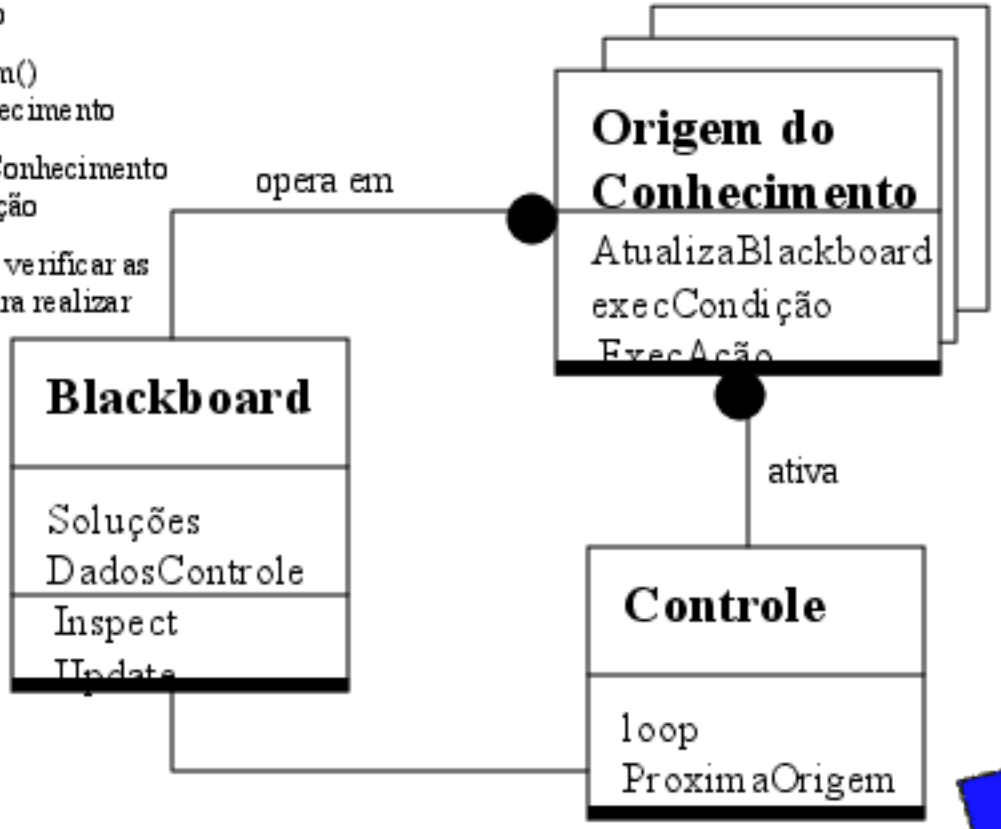
Comportamento:

-O main loop do componente Controle é iniciado

-Controle invoca o procedimento ProximaOrigem() para selecionar o componente Origem do Conhecimento

-ProximaOrigem() determina quais Origem do Conhecimento são potenciais candidatos para encontrar a solução

-Origem do Conhecimento invoca Inspect() para verificar as soluções correntes no blackboard e Update() para realizar mudanças nos dados do blackboard



Estilo: BlackBoard

Class	Colaboradores
BlackBoard	-
Responsabilidade	
Gerencia dados centrais	

Class	Colaboradores
Origem do Conhecimento	BlackBoard
Responsabilidade	
Avalia sua aplicabilidade Computa um resultado Atualiza o BlackBoard	

Class	Colaboradores
Controle	Blackboard Origem do Conhecimento
Responsabilidade	
Monitora Blackboards Escalona as ativações da origem do conhecimento	

Estilo: BlackBoard

- Tem sido utilizado em aplicações que necessitam de complexas interpretações de reconhecimento de sinais como reconhecimento de fala, de padrões, de imagem

Estilo: BlackBoard

- Variações do Estilo:
  - *Repositório*: a estrutura de dados central é um repositório. Não especifica um controle. Um Banco de Dados tradicional pode ser considerado um repositório.

Estilo: BlackBoard Implementação

- Defina o problema:
  - Especifique o domínio do problema e os campos de conhecimento necessários para encontrar uma solução
  - Defina a entrada e saída desejável do sistema
- Defina o espaço de solução para o problema
- Divida o processo da solução em passos:
  - Especifique os tipos de conhecimento que podem ser usados para excluir partes do espaço de solução
- Divida o conhecimento em origens de conhecimento especializadas

Estilo: BlackBoard Implementação – cont.

- Especifique o controle do sistema
  - Determine quais origens do conhecimento tem permissão para realizar mudanças no blackboard
  - Associe as categorias de mudanças no blackboard com um conjunto de possíveis origens do conhecimento
- Implemente as origens do conhecimento
  - Divida-os em partes de condição e partes de ação

Estilo: Broker

- Contexto:
  - Construção de um sistema complexo como um conjunto de componentes distribuídos que necessitam comunicar-se. São necessários serviços para adicionar, remover, trocar, ativar e localizar componentes.
- No estilo Broker componentes devem ser capazes de acessar serviços oferecidos por outros através de invocações remotas e transparentes realizadas via um componente *Broker* que desacopla servidores de clientes.

Estilo: Broker

- Usado para estruturar sistemas distribuídos com componentes desacoplados que interagem por invocações remotas ao serviço
- O componente *Broker* é responsável por coordenar a comunicação entre os componentes distribuídos

Estilo: Broker

Class Broker	Colaboradores Clientes Servidores Pontes
Responsabilidade Registrar servidores Localizar servidores Transferir mensagens Interoperar com outros brokers através de Pontes	

Class Servidor	Colaboradores Broker
Responsabilidade Implementa serviços Registra-se com o Broker Envia respostas ao cliente	

Class Cliente	Colaboradores Broker
Responsabilidade Enviar solicitações a servidores	

Estilo: Broker

Class Ponte	**Colaboradores** Broker Ponte
Responsabilidade Encapsula funcionalidade específica da rede Realiza mediação entre o broker local, a ponte e o broker remoto	

Estilo: Broker Implementação

- Defina um modelo de objetos ou use um modelo existente
- Defina qual tipo de interoperabilidade entre componentes o sistema deve oferecer
  - Em geral usa-se uma Linguagem de Definição de Interfaces
- Especifique a API que o componente Broker oferece para interagir com clientes e servidores

Estilo: Broker
Implementação – cont.

- Projete o componente Broker
  - Especifique detalhes da interação do cleinte com o servidor
  - Especifique o comporatmento do sistema em caso de falhas

Estilo: Broker

- Benefícios:
  - **Transparência de Localização**: como o broker é responsável por localizar um servidor usando um único identificador, clientes não precisam saber onde os servidores estão.
  - **Mudança e Extensibilidade dos Componentes**: se os servidores mudam a implementação mas mantêm a interface, não há impacto para os clientes.

Estilo: Broker

- Benefícios (cont.):
  - **Portabilidade do sistema Broker**: o broker esconde o sistema operacional e detalhes da rede usando camadas de indireção. Quando portabilidade é necessária é suficiente, em alguns casos, portar o broker.Para isto, é interessante que o broker seja estruturado usando um estilo em camadas onde as camadas mais baixas esconda detalhes específicos do sistema.
  - **Reusabilidade**: ao construir novas aplicações pode-se reusar componentes

Estilo: Broker

- Variações do Estilo:
  - *Broker de Comunicação Direta*: relaxa a restrição que clientes podem direcionar solicitações através do broker local. Nesta variante clientes podem comunicar-se diretamente com servidores. O broker informa ao cliente qual o canal de comunicação que o servidor oferece
  - *Sistema Trader*: uma solicitação do cliente é usualmente encaminhada a exatamente um único servidor. Em um sistema Trader o broker apenas conhece quais servidores podem oferecer o serviço e encaminha a solicitação ao servidor apropriado

Estilo: Reflexão

- Contexto:
  - A construção de sistemas que suportam sua própria modificação
  - Necessidade de tornar aspectos selecionados da sua estrutura e comportamento acessíveis para adaptação
- Provê um mecanismo para mudar dinamicamente a estrutura e comportamento dos sistemas
- Permite a modificação de aspectos fundamentais: estruturas de tipos e mecanismos de chamadas de funções
- Sinônimos: Implementação Aberta, Arquitetura Meta Nível

Estilo: Reflexão

- Sistemas de software evoluem com o tempo. Eles devem estar abertos a modificações em resposta a mudanças nas tecnologias e requisitos. É necessário especificar uma arquitetura que seja aberta a modificação e extensão.

Estilo: Reflexão

- Divide uma aplicação em duas partes:
  - Um **meta nível** que oferece informações sobre sua estrutura e comportamento e consiste dos *metaobjetos* que tornam a aplicaçao *self-aware*. Metaobjetos encapsulam e representam informações sobre a aplicação: estruturas de tipos, algoritmos.
  - Um **nível base** que inclui a lógica da aplicação. Sua implementação usa os metaobjetos. Por exemplo, componentes do nível base podem apenas comunicar-se com outros via um metaobjeto que implementa um mecanismo de chamada de função específico. Mudanças no metaobjeto afetam a m

Estilo: Reflexão

- Uma interface é especificada para manipulação de metaobjetos. Esta interface é chamada **PROTOCOLO DO METAOBJETO** e é responsável por verificar a corretude da especificação de mudança e realizar a mudança

Estilo: Reflexão

Class Nível Base	Colaboradores Meta Nível
Responsabilidade Implementar a lógica da aplicação Usar informação oferecida pelo meta nível	

Class Meta Nível	Colaboradores Nível Base
Responsabilidade Encapsula aspectos internos que podem mudar Oferece uma interface para facilitar modificações no meta-nível	

Class Protocolo do Metaobjeto	Colaboradores Meta Nível Nível Base
Responsabilidade Oferece uma inteface para especificar mudanças no metanível Realiza as mudanças especificadas	

Estilo: Reflexão Implementação

- Defina um modelo da Aplicação
- Identifique o comportamento variante
  - Determine quais os serviços da aplicação que podem variar e quais permanecem estáveis – estes aspectos dependem do domínio da aplicação, dos seus usuários e do ambiente.
  - Exemplos de aspectos que podem variar:
    - Restrições Tempo-Real como deadlines, protocolos e algoritmos para detecção de dealines
    - Mecanismos de comunicação entre processos como RPC e Memória Compartilhada
    - Comportamento nos casos de exceções

Estilo: Reflexão Implementação - cont.

- Identifique os aspectos estruturais do sistema
  - Modelo de objetos, distribuição dos componentes, estrutura de tipos
- Identifique os serviços do sistema
- Defina os metaobjetos

Estilo: Reflexão Implementação - cont.

- Defina o protocolo dos metaobjetos
  - Formas de se implementar o protocolo
    - **Integre-o com os metaobjetos. Cada metaobjeto oferece as funções do protocolo que opera sobre ele**
    - **Implemente o protocolo como um componente separado**
- Defina o nível base
  - Use metaobjetos para tornar o nível base extensível e adaptável
  - Conecte cada componente do nível base com metaobjetos

Estilo: Reflexão

- Variações do Estilo:
  - *Reflexão com vários meta níveis*: algumas vezes metaobjetos dependem de outros. Para coordenar as dependências podem-se introduzir um meta meta nível

Estilo: Reflexão

- CLOS (Common Lisp Object System) é uma linguagem de programação reflexiva onde operações que são definidas sobre objetos são chamadas FUNÇÕES GENÉRICAS e seu processamento é chamado INVOCAÇÃO DA FUNÇÃO GENÉRICA.
- Outras Ling. de Programação com suporte a reflexão: RbCl, Apertos e CodA

Estilo: Reflexão

- Benefícios:
  - **Não há necessidade de modificação do código fonte**:
    - Mudanças são especificadas chamando uma função do protocolo do metaobjeto.
    - Para extensão do software o novo código é passado para o meta nível como um parâmetro do protocolo do metaobjeto. Tal protocolo é responsável por realizar as modificações e, se necessário recompilar as partes modificadas

Estilo: Reflexão

- Benefícios:
  - **Suporte a vários tipos de mudanças**
    - Metaobjetos podem encapsular diversos aspectos do comportamento do sistema, estado e estrutura. Portanto uma arquitetura baseada no estilo Reflexão pode suportar mudanças de vários tipos

Estilo: Reflexão

- Desvantagens:
  - **Nem todas as linguagens dão suporte a Reflexão**:
    - Em linguagens que não suportam reflexão como C++ é impossível explorar todo o poder da reflexão
  - **Baixa Eficiência**:
    - Sistemas reflexivos são mais lentos que sistemas não reflexivos devido a relação complexa entre o nível base e o meta nível

Exemplo de Aplicação do Estilo Reflexão

- Uma aplicação C++ que necessite de Persistência (escrever objetos em disco e ler objetos do disco)
  - Solução Clássica: implementar métodos com tipos específicos para armazenamento e leitura
  - Problema da solução clássica: sempre que a estrutura de classes da aplicação for alterada, os métodos devem ser modificados

Exemplo de Aplicação do Estilo Reflexão – cont.

- Solução com Reflexão:
  - Desenvolver um componente PERSISTÊNCIA – no nível base - que é independente de estruturas de dados específicas. No entanto, para armazenar e ler objetos C++ arbitrários é necessário acesso dinâmico a sua estrutura interna
  - Especificar metaobjetos que oferecem informações de tipo em tempo de execução
  - Especificar o protocolo de metaobjetos com uma função *getInfo* que permite os clientes acessarem informações sobre objetos