XML SCHEMA

Engenharia de Dados e Conhecimento

2019/2020

O que é um XML Schema?

- O objectivo do XML Schema é definir o modelo de dados presente num documento XML.

- A linguagem XML Schema é conhecida como "XML Schema Definition" (XSD).

A norma XML Schema

- A norma está dividida em 3 partes:

- XML Schema Part 0: Primer
  - é um documento não-normativo destinado a fornecer uma descrição de fácil leitura das implicações do XML Schema, e é orientada para a compreensão de como rapidamente para criar esquemas usando a linguagem XML Schema.
- XML Schema Part 1: Estrutura e
  XML Schema Part 2: Tipos de dados
  - Documentos que fornecem a descrição normativa completa da linguagem XML Schema.
  - Descrevem as características da linguagem através de numerosos exemplos que são complementados com referências às normas.

O que é o XML Schema?

- XML Schema é uma norma que define:
  - Os elementos que aparecem num documento
  - Quais são "child elements"
    - A ordem dos diversos "child elements"
    - O número de "child elements"
  - Quando um elemento é "vazio" ou quando pode incluir texto
  - Quais os atributos que podem aparecer num elemento
  - Define ainda os "default" e "fixed values" para elementos e atributos
  - Quais os "data types" para elementos e atributos

XML Schemas vs DTDs (I)

- Neste momento os XML Schemas já são utilizados na generalidade das aplicações Web em substituição dos DTDs.
- Algumas das razões para isso:
  - são extensíveis e permitem futuras adições
  - são mais ricos e precisos que os DTDs
  - são escritos em XML (um DTD não é!)
  - suportam tipos de dados ("data types") (um DTD só suporta PCDATA e CDATA types)
  - suportam namespaces

XML Schemas vs DTDs (II)

- Uma das principais vantagens dos XML Schemas é suportarem "data types".
- Com suporte para "data types" é mais fácil:
  - Descrever o que é ou não permitido escrever num documento;
  - Validar a correção dos dados do documento;
  - Manusear dados provenientes de uma base de dados;
  - É fácil definir um conjunto de restrições a aplicar aos dados;
  - É fácil definir padrões de dados;
  - É mais fácil converter dados entre diferentes tipos de dados.

XML Schemas vs DTDs (III)

Quando são enviados dados entre dois agentes, é essencial que tanto o emissor como o receptor tenham as mesmas "expectativas" relativamente aos conteúdos a transmitir.

- Através dos XML Schemas, o emissor pode descrever os dados de modo que o recetor os perceba.
- Exemplo:
  - Uma data qualquer, como por exemplo: "03-11-2004" pode, em alguns países, ser interpretada como 3 de Novembro e noutros como 11 de Março mas, em XML, um elemento com um tipo de dados deste tipo deverá ser descrito como:

```
<date type="date">2004-03-11</date>
```

  - Isso garante uma mútua percepção do conteúdo porque o XML data type "date" requer o formato YYYY-MM-DD.

Exemplo (XML → DTD):

- Documento "note.xml"

```
<?xml version="1.0"?>
<note>
        <to>Tove</to>
        <from>Jani</from>
        <heading>Reminder</heading>
        <body>Don't forget me this weekend!</body>
</note>
```

- Documento "note.dtd"

```
<!ELEMENT note (to, from, heading, body)>
<!ELEMENT to (#PCDATA)>
<!ELEMENT from (#PCDATA)>
<!ELEMENT heading (#PCDATA)>
<!ELEMENT body (#PCDATA)>
```

Exemplo (XSD):

- Documento "note.xsd"

```
<?xml version="1.0"?>
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
targetNamespace="http://www.w3schools.com"
xmlns="http://www.w3schools.com"
elementFormDefault="qualified">
<xs:element name="note">
  <xs:complexType>
   <xs:sequence>
                <xs:element name="to" type="xs:string"/>
                <xs:element name="from" type="xs:string"/>
                <xs:element name="heading" type="xs:string"/>
                <xs:element name="body" type="xs:string"/>
   </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element></xs:schema>
```

- O elemento **note** é do tipo **complex** porque contém outros elementos.
- Os demais elementos (to, from, heading, body) são definidos como tipos simples porque não contêm outros elementos.

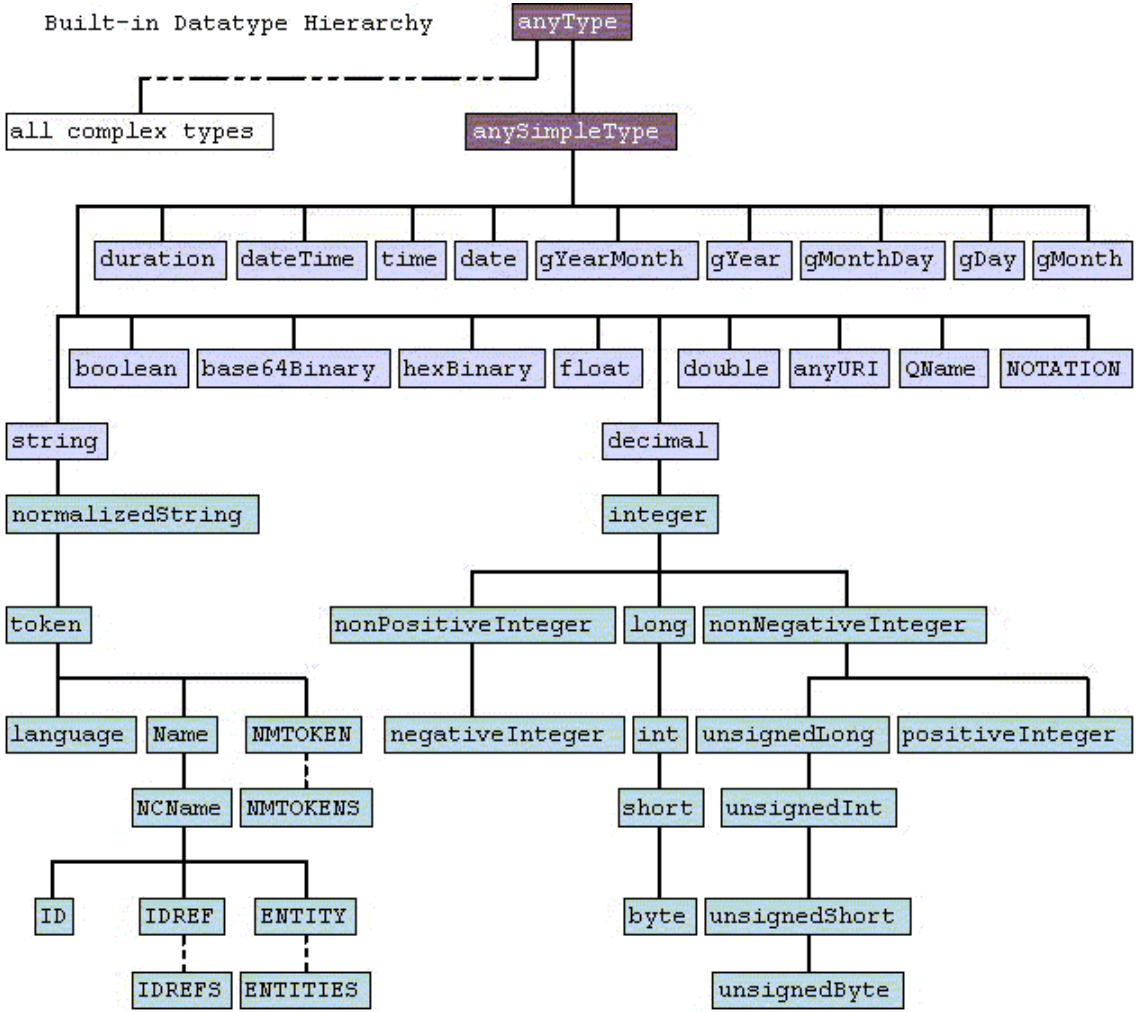
Validação

- Os XML Schemas, e os DTDs, podem ser usados para proceder à validação dos dados presentes num documento XML.
- Exemplo de referência de um XML Schema:

```
<?xml version="1.0"?>
<note xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="note.xsd">
        <to>Tove</to>
        <from>Jani</from>
        <heading>Reminder</heading>
        <body>Don't forget me this weekend!</body>
</note>
```

XML SCHEMA PART 2

Data Types


Built-in Datatype Hierarchy
anyType
all complex types
anySimpleType
duration
dateTime
time
date
gYearMonth
gYear
gMonthDay
gDay
gMonth
boolean
base64Binary
hexBinary
float
double
anyURI
QName
NOTATION
string
decimal
normalizedString
integer
token
nonPositiveInteger
long
nonNegativeInteger
language
Name
NMTOKEN
negativeInteger
int
unsignedLong
positiveInteger
NCName
NMTOKENS
short
unsignedInt
ID
IDREF
ENTITY
byte
unsignedShort
IDREFS
ENTITIES
unsignedByte

XML SCHEMA PART 1

Structures

XML Schema

- Um XML Schema é composto por componentes, tais como definições de tipo e declarações de elementos.
  - Estes são usados para garantir que um documento XML que o incorpora está válido em relação aos seus elementos e atributos
- Um XML Schema especifica ainda acréscimos/aumentos desses itens e dos seus descendentes.
  - Esse aumento de informação torna explícito o que pode ter ficado implícito no documento original, tais como: normalização e/ou atribuição de valores padrão para os (i) elementos, (ii) atributos, (iii) tipos de elementos e (iv) tipos de atributos.

Componentes de um XML Schema

- Os componentes principais, que podem ou devem existir num documento XML Schema são os seguintes:
  - Tipos simples
  - Tipos complexos
  - Atributos
  - Elementos
- Os componentes secundários são as seguintes:
  - Grupos de atributos
  - Restrições de identidade
  - Grupos de modelos
  - Notações

XSD – Simple Elements

- Um "simple element" contém só texto.
  - Não pode ter outros elementos ou atributos.
  - O texto pode ser de diferentes tipos:
    - boolean, string, date, etc., ou pode mesmo ser um novo tipo de dados definido pelo utilizador.
    - É também possível adicionar restrições (facets) a um determinado tipo de dados, de modo a limitar o seu conteúdo, e pode ainda ser requerido que os dados estejam de acordo com um determinado padrão pré-definido.

- Sintaxe:

```
<xs:element name="xxx" type="yyy"/>
```

  - Onde xxx representa o nome do elemento e yyy o tipo de dados

XSD – Simple Elements

- Exemplo:

```
<lastname>Smith</lastname>
<age>34</age>
<dateborn>1968-03-27</dateborn>
```

- Definições para o exemplo:

```
<xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
<xs:element name="age" type="xs:integer"/>
<xs:element name="dateborn" type="xs:date"/>
```

Simple Elements - default & fixed values

- Simple elements podem ter:
  - *default value* - atribuído a um elemento quando nenhum valor é especificado.

```
<xs:element name="color" type="xs:string" default="red"/>
```

  - *fixed value* - neste caso não é possível atribuir qualquer outro valor

```
<xs:element name="color" type="xs:string" fixed="red"/>
```

Atributos | *Attributes*

- Se um elemento possuir atributos, é considerado como um elemento complexo.
  - Os *simple elements* não podem possuir atributos.
  - Os *attributes* são definidos como "simple types".
- Exemplo:

```
<lastname lang="EN">Smith</lastname>
```

- E a correspondente definição:

```
<xs:attribute name="lang" type="xs:string"/>
```

Tipos de atributos

- Todos os atributos são opcionais por defeito.
- Para explicitar se um atributo é obrigatório ou opcional deve utilizar-se o atributo "use":
- Exemplos:

```
<xs:attribute name="lang" type="xs:string" use="optional"/>
```

- ou

```
<xs:attribute name="lang" type="xs:string" use="required"/>
```

Restrições de valores

- As restrições são para controlar a gama de valores de um determinado elemento ou atributo.
- Às restrições colocadas sobre os elementos XML chamam-se "facets".

```
<xs:element name="age">
  <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:integer">
          <xs:minInclusive value="0"/>
          < xs:maxInclusive value="100"/>
        </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

Define um elemento chamado "age" que pode tomar qualquer valor entre 0 e 100.

Restrições em grupos enumerados

- No caso do campo não ser do tipo numérico, é também possível enumerar qual a gama de valores que este pode aceitar. Para tal é utilizado o elemento "enumeration".
- Exemplo:

```
<xs:element name="car">
        <xs:simpleType>
                < xs:restriction base="xs:string">
                        <xs:enumeration value="Audi"/>
                        <xs:enumeration value="Golf"/>
                        <xs:enumeration value="BMW"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

- O elemento "car" é um *simple type* com uma restrição
- Os valores permitidos são:
  - Audi, Golf e BMW.

- Este exemplo …

```
<xs:element name="car">
        <xs:simpleType>
                <xs: xs:restriction base="xs:string">
                        <xs:enumeration value="Audi"/>
                        <xs:enumeration value="Golf"/>
                        <xs:enumeration value="BMW"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

- … poderia também ser escrito desta forma:

```
<xs:element name="car" type="carType"/>

<xs:simpleType name="carType">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="Audi"/>
    <xs:enumeration value="Golf"/>
    <xs:enumeration value="BMW"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
```

Este caso tem a vantagem de o tipo carType poder vir a ser reutilizado por outros elementos

Restrições em séries de valores

- Para limitar o conteúdo de um elemento XML pode ser usada uma expressão regular como valor do elemento <xs:pattern>.
- Exemplos:

```
<xs:element name="letter">
        <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                        <xs:pattern value="[a-z]"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

restrição: UMA letra MINÚSCULA no intervalo de a a z.

```
<xs:element name="initials">
        <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                                <xs:pattern value="[A-Z][A-Z][A-Z]"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

restrição: TRÊS letras MAIÚSCULAS no intervalo de A a Z.

```
<xs:element name="initials">
        <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                                <xs:pattern value="[a-zA-Z][a-zA-Z][a-zA-Z]"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

restrição: TRÊS letras MAIÚSCULAS/MINÚSCULAS no intervalo de a a z.

```
<xs:element name="choice">
        <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                        <xs:pattern value="[xyz]"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

restrição: UMA letra MINÚSCULA x, y ou z.

```
<xs:element name="prodid">
        <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:integer">
                        <xs:pattern value="[0-9][0-9][0-9][0-9][0-9]"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

restrição: uma sequência de CINCO dígitos. Todos eles deverão estar na gama 0..9

```
<xs:element name="letter">
        <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                        <xs:pattern value="([a-z])*"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

Restrição: zero ou mais ocorrências de letras minúsculas do intervalo a a z.

```
<xs:element name="letter">
        <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                        <xs:pattern value="([a-z][A-Z])+"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

Restrição: UM ou mais pares de letras, cada par com uma letra minúscula e uma maiúscula.

"sToP" será validada por este padrão, mas "Stop", "STOP" ou "stop" não serão.

```
<xs:element name="gender">
        <xs:simpleType>
                <xs:restriction base="xs:string">
                        <xs:pattern value="male | female"/>
                </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
</xs:element>
```

Restrição: valores aceitáveis são male OU female.

Restrições com espaços em branco

```
<xs:restriction base="xs:string">
  <xs:whiteSpace value="preserve"/>
</xs:restriction>
```

whiteSpace = "preserve", diz ao processador para NÃO REMOVER qualquer espaço em branco.

```
<xs:whiteSpace value="replace"/>
```

whiteSpace = "replace", diz ao processador para REMOVER qualquer espaço em branco (line feeds, tabs, spaces e carriage returns) e transformá-los em espaços.

```
<xs:whiteSpace value="collapse"/>
```

whiteSpace = "collapse", diz ao processador para REMOVER qualquer espaço em branco (line feeds, tabs, spaces e carriage returns) e transformá-los em espaços; os espaços no início e fim dos parágrados são removidos; múltiplos espaços são convertidos em espaços simples.

Restrições no tamanho

```
<xs:restriction base="xs:string">
 <xs:length value="8"/>
</xs:restriction>
```

Restrição: tipo String, com tamanho exato de 8 carateres

```
<xs:restriction base="xs:string">
 <xs:minLength value="5"/>
 <xs:maxLength value="8"/>
</xs:restriction>
```

Restrição: tipo String, com tamanhos entre 5 e 8 carateres

Lista de restrições:

enumeration	Define a lista de valores aceitáveis
fractionDigits	especifica o número máximo de casas decimais permitidas. Este valor deve ser maior ou igual a zero
length	Especifica o número exacto de caracteres ou lista de elementos permitido. Este valor deve ser maior ou igual a zero
maxExclusive	Define o limite máximo permitido para um valor (excluíndo-o)
maxInclusive	Define o limite máximo para um número
maxLength	Especifica o número máximo de caracteres ou lista de elementos permitido. Este valor deve ser maior ou igual a zero
minExclusive	Define o limite mínimo permitido para um valor (excluíndo-o)
minInclusive	Define o limite mínimo para um número
minLength	Especifica o número mínimo de caracteres ou lista de elementos permitido. Este valor deve ser maior ou igual a zero
pattern	Define exactamente a sequência de caracteres permitidos
totalDigits	Especifica o número exacto de dígitos permitidos. Tem de ser maior que zero.
whiteSpace	Especifica o modo como os caracteres (line feeds, tabs, espaços e carriage returns) são tratados

XSD Complex Elements

- Um elemento XML complexo contém outros elementos e/ou atributos.
- Há quatro tipos de elementos complexos:
  - vazios
  - que contêm somente outros elementos
  - que contêm somente texto
  - que contêm outros elementos e texto
- Qualquer destes elementos pode possuir atributos

XSD Complex Elements

- Elemento vazio:

```
<product pid="1345"/>
```

- Elemento com outros elementos:

```
<employee>
        <firstname>John</firstname>
        <lastname>Smith</lastname>
</employee>
```

XSD Complex Elements

- Contendo somente texto:

```
<food type="dessert">Ice cream</food>
```

- Contendo texto e outros elementos:

```
<description>
It happened on <date lang="norwegian">03.03.99</date> ....
</description>
```

Definição de elementos complexos

```
<employee>
        <firstname>John</firstname>
        <lastname>Smith</lastname>
</employee>
```

↓

```
<xs:element name="employee">
 <xs:complexType>
  <xs:sequence>
   <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
   <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
 </xs:complexType>
</xs:element>
```

os *child elements* estão numa <sequence> → devem aparecer na ordem em que foram declarados.

Definição de tipos complexos

- O elemento "employee" pode ser definido à custa da definição prévia de um tipo complexo:

```
<xs:element name="employee" type="personinfo"/>

<xs:complexType name="personinfo">
        <xs:sequence>
                <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
                <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
        </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

Definição de elementos complexos

- Vários elementos podem ser definidos à custa do mesmo tipo complexo:

```
<xs:element name="employee" type="personinfo"/>
<xs:element name="student" type="personinfo"/>
<xs:element name="member" type="personinfo"/>

<xs:complexType name="personinfo">
        <xs:sequence>
                <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
                <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
        </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

Definição de elementos complexos

- É possível basear um tipo complexo noutro já existente e adicionar-lhe mais elementos

```
<xs:complexType name="fullpersoninfo">
 <xs:complexContent>
  <xs:extension base="personinfo">
   <xs:sequence>
    <xs:element name="address" type="xs:string"/>
    <xs:element name="city" type="xs:string"/>
    <xs:element name="country" type="xs:string"/>
   </xs:sequence>
  </xs:extension>
 </xs:complexContent>
</xs:complexType>
```

```
<xs:complexType name="personinfo">
 <xs:sequence>
  <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
  <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
 </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

XSD Complex Types Indicators

- É possível controlar como os elementos podem ser utilizados nos documentos através dos *indicators*
- A indicação dos tipos complexos pode tomar os seguintes valores:
  - ALL
  - CHOICE
  - SEQUENCE

XSD Complex Types Indicators

- All Indicator
  - O indicador <all> especifica que os child elements podem aparecer em qualquer ordem e que cada *child element* deverá aparecer unicamente uma vez.

```
<xs:element name="person">
        <xs:complexType>
                <xs:all>
                        <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
                        <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
                </xs:all>
        </xs:complexType>
</xs:element>
```

XSD Complex Types Indicators

- Choice Indicator
  - O indicador <choice> especifica que qualquer um dos elementos pode ocorrer.

```
<xs:element name="person">
        <xs:complexType>
                <xs:choice>
                        <xs:element name="employee" type="employee"/>
                        <xs:element name="member" type="member"/>
                </xs:choice>
        </xs:complexType>
</xs:element>
```

XSD Complex Types Indicators

- Sequence Indicator
  - O indicador <sequence> especifica que os child elements devem aparecer na ordem/sequência indicada

```
<xs:element name="person">
 <xs:complexType>
  <xs:sequence>
   <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
   <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
 </xs:complexType>
</xs:element>
```

XSD – Occurrence Indicators

- Indicadores de ocorrência
  - são utilizados para definir quantas vezes um elemento pode ocorrer.
    - maxOccurs Indicator
    - minOccurs Indicator
  - O default value para estes elementos é 1, ou seja, se nada for dito, ocorre sempre uma vez.

XSD – Group Indicators

- Indicadores de grupo
  - Os indicadores de grupo (<group>) são utilizados para relacionar grupos de elementos

```
<xs:group name="personGroup">
 <xs:sequence>
  <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
  <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
  <xs:element name="birthday" type="xs:date"/>
 </xs:sequence>
</xs:group>

<xs:element name="person" type="personByCountry"/>

<xs:complexType name=" personByCountry ">
 <xs:sequence>
  <xs:group ref="personGroup"/>
  <xs:element name="country" type="xs:string"/>
 </xs:sequence>
</xs:complexType>
```

XSD - <any> Element

- O elemento any
  - O elemento <any> permite acrescentar ao documento XML elementos não especificados no schema.

```
<xs:element name="person">
 <xs:complexType>
  <xs:sequence>
   <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
   <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
   <xs:any minOccurs="0"/>
  </xs:sequence>
 </xs:complexType>
</xs:element>
```

O exemplo mostra a declaração do elemento "**person**".

Através da utilização do elemento <any> podemos acrescentar qualquer informação depois do elemento <lastname>.

- Exemplo

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<persons xmlns="http://www.microsoft.com"
            xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
            xsi:SchemaLocation="http://www.microsoft.com family.xsd
            http://www.w3schools.com children.xsd">
      <person>
            <firstname>Hege</firstname>
            <lastname>Refsnes</lastname>
            <children>
                        <childname>Cecilie</childname>
            </children>
      </person>
      <person>
            <firstname>Stale</firstname>
            <lastname>Refsnes</lastname>
      </person>
</persons>
```

XSD - <anyAttribute> Element

- O elemento anyAttribute
  - O <anyAttribute> permite acrescentar atributos não especificados no schema.

```
<xs:element name="person">
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="firstname" type="xs:string"/>
            <xs:element name="lastname" type="xs:string"/>
        </xs:sequence>
        <xs:anyAttribute/>
    </xs:complexType>
</xs:element>
```

O exemplo mostra uma declaração do elemento "**person**".

Através da utilização do elemento <anyAttribute> pode-se adicionar qualquer número de atributos aos elementos de "**person**".

- Exemplo

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<persons xmlns="http://www.microsoft.com"
            xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
            xsi:SchemaLocation="http://www.microsoft.com family.xsd
            http://www.w3schools.com children.xsd">
      <person gender="female">
            <firstname>Hege</firstname>
            <lastname>Refsnes</lastname>
      </person>
      <person gender="male">
            <firstname>Stale</firstname>
            <lastname>Refsnes</lastname>
      </person>
</persons>
```