

# Web Components

Interface Pessoa-Máquina - 25/26 - LEI / UM

Hugo Pacheco

[hpacheco@di.uminho.pt](mailto:hpacheco@di.uminho.pt)

# Components na Web

- Um termo mesmo muito overloaded em web development
  - Qualquer template ou pedaço reutilizável de HTML, CSS ou JS
  - Abstrações que frameworks utilizam para modularização de código
    - ! Framework-specific
      - Um dos fortes argumentos é reutilização, mas apenas interna...
    - ! Frameworks e as abstrações que utilizam evoluem
      - Código tem que evoluir com elas...
    - ! Frameworks aparecem e desaparecem, sobem e descem de popularidade
      - Não faz sentido reinventar a roda a cada nova framework...

# Components na Web

React Widgets

Docs

Download

Github

circa 2015

Getting Started

Dropdown List

Combobox

Number Picker

Multiselect

SelectList

Calendar

## Getting Started

current version 2.4.0

React-widgets offers a set UI widgets, built from scratch with React. The suite is based on the excellent work done by Kendo UI Core, and jQuery UI, but built as true components, and not library wrappers. By building each widget entirely in React, it can leverage all of the benefits of the React ecosystem and philosophy ↗.

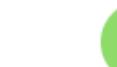
A big thanks to both of these libraries for solving most of the difficult problems already, and providing an excellent reference for what works, and what does not, in ui inputs.

# Web Components

- Um novo Web Standard
  - “A suite of different technologies allowing you to create **reusable HTML custom elements**”
  - Na forma de extensões aos standards DOM + HTML + CSS
- + **Reactivity:** Comportam-se como elementos HTML normais, podem ter atributos e estes podem ser modificados para alterar o comportamento
- + **Encapsulation:** Implementação escondida do resto da página
- + **Modularity:** Desenvolvidos e testados independentemente
- + **Reusability:** Possível utilizar o mesmo componente em vários contextos

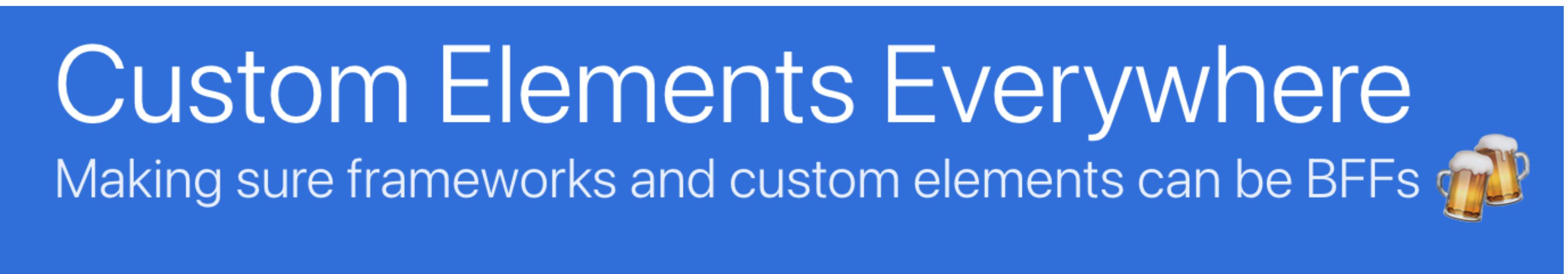
# Web Components

- Uma abordagem **suportada por todos** os principais browsers

Browser support	CHROME	OPERA	SAFARI	FIREFOX	EDGE
 HTML TEMPLATES	 STABLE	 STABLE	 STABLE	 STABLE	 STABLE
 CUSTOM ELEMENTS	 STABLE	 STABLE	 STABLE	 STABLE	 STABLE
 SHADOW DOM	 STABLE	 STABLE	 STABLE	 STABLE	 STABLE
 ES MODULES	 STABLE	 STABLE	 STABLE	 STABLE	 STABLE

# Web Components

- Uma abordagem **framework-agnostic**
  - Custom HTML element tratado como qualquer `<div>` por qualquer framework
- ! Na prática há alguns desafios
  - ! Nas convenções que a framework utiliza para comunicar com o custom element (argumentos, eventos)



# Web Components: Recursos

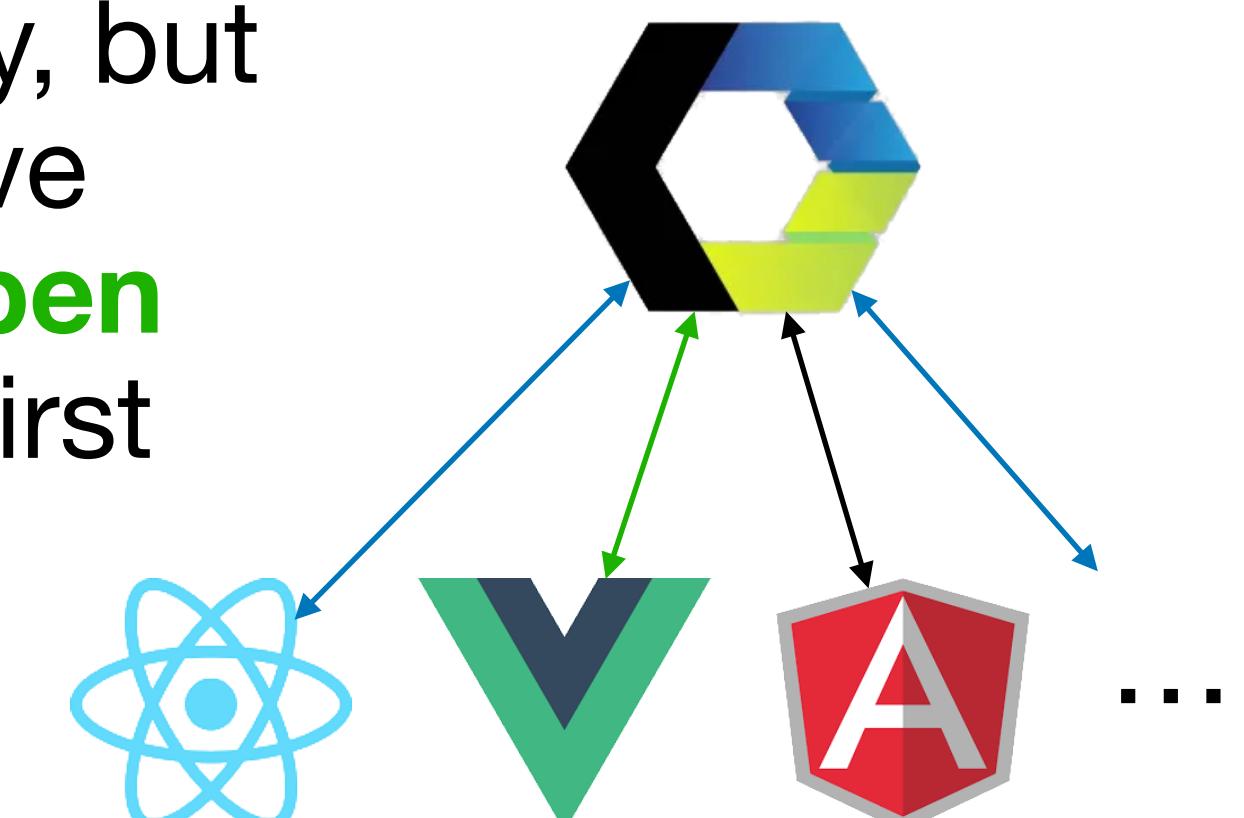
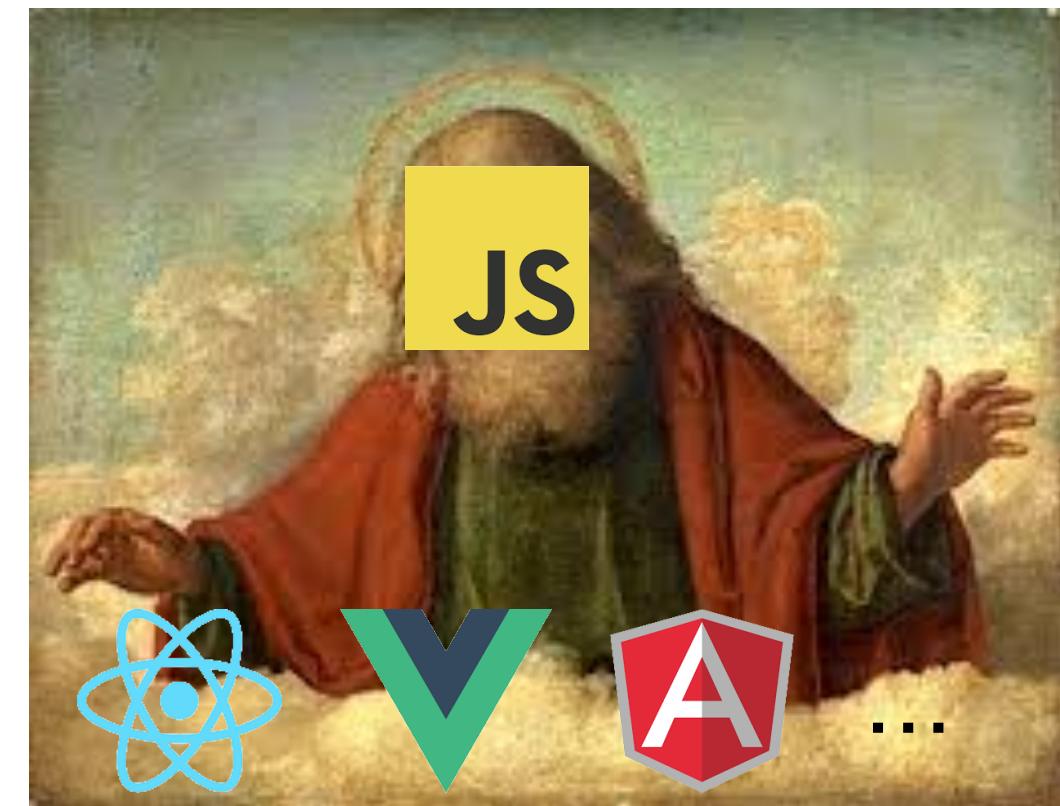
- Vários repositórios de web components prontos a usar:
  - <https://www.webcomponents.org/>
  - <https://component.gallery/>
  - <https://genericcomponents.netlify.app/>
  - <https://github.com/mdn/web-components-examples>
  - <https://github.com/davatron5000/awesome-standalones>
  - [https://github.com/scottaohara/accessible\\_components](https://github.com/scottaohara/accessible_components)
  - <https://shoelace.style/>
  - <https://kickstand-ui.com/>
  - ...

# Web Components: Recursos

- Várias bibliotecas para simplificar a criação de web components:
  - <https://lit.dev/> by Google
  - <https://fast.design/> by Microsoft
  - <https://stenciljs.com/>
  - <https://hybrids.js.org/>
  - <https://www.dataformsjs.com/>
  - <https://slim.js.org/>
  - <https://github.com/devpunks/snuggsi>
  - ...

# Web Components: Adopção

- Browsers: proposta pela Google (2011) → suporte generalizado (2020)
- Frameworks:
  - “Web Components have **struggled to gain agreement and adoption at a time when JavaScript frameworks have grown in stature and capability**. If you’re coming from React, Vue.js, or Angular, Web Components can look complex and clunky”
  - **Uma transição em andamento**
    - “A decade ago, few would have tackled a site without jQuery, but **browser vendors took the excellent parts** and added native alternatives (such as querySelector). The **same will happen for JavaScript frameworks**, and Web Components is that first tentative step.”



# Web Components: Adopção

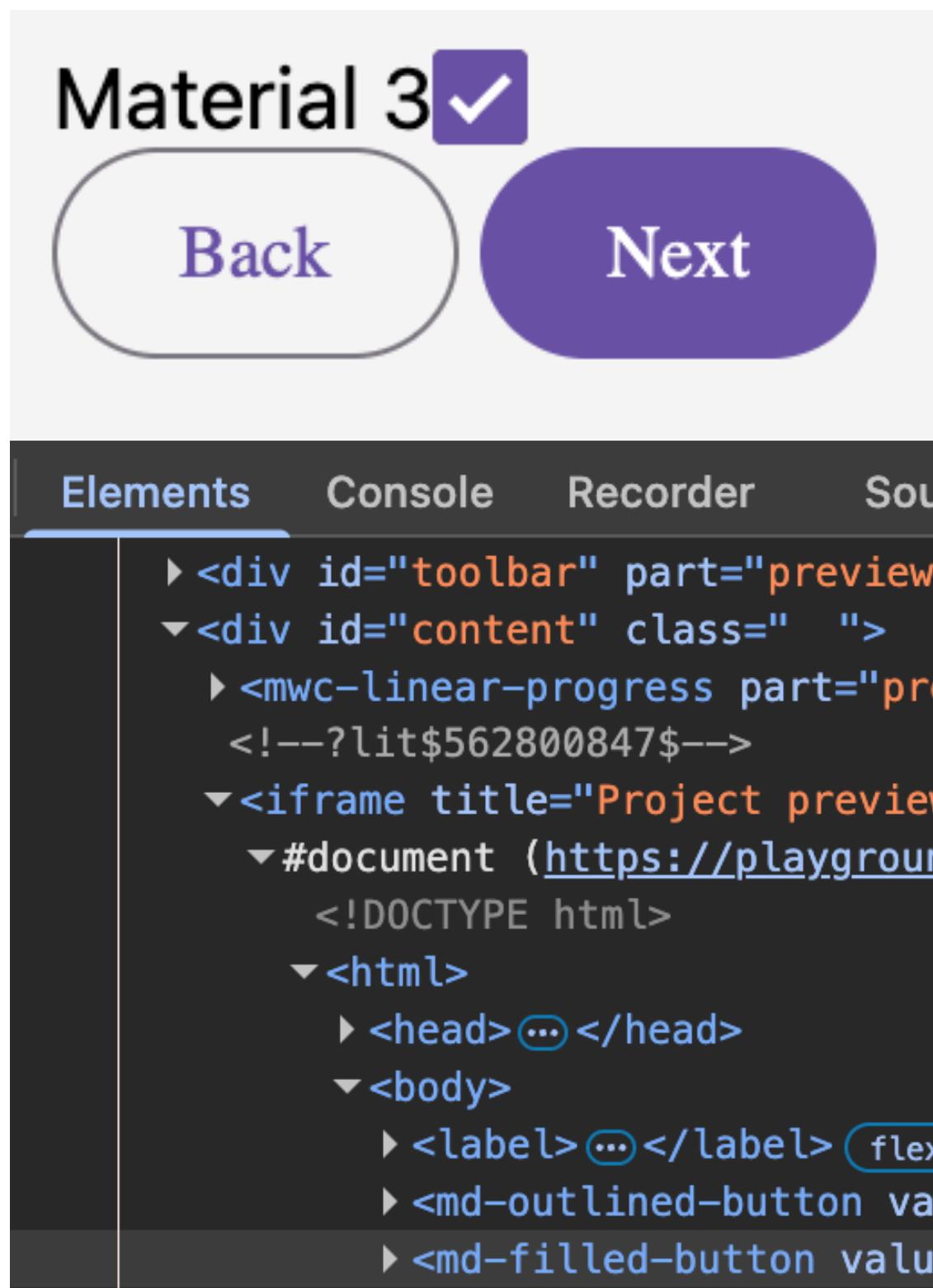
- Design Systems
  - Standards de design dentro de uma empresa ou gama de produtos
  - Para **uso em múltiplos ambientes de desenvolvimento** (browsers, frameworks, etc) e por várias equipas
  - “This might have been the deciding factor for **companies like Adobe, Microsoft, and Google to use Web Components in their design systems**. Knowing that they can deliver a consistent experience in all these different contexts is incredibly valuable”



# Web Components: Design Systems

## Google Material Design

<https://m3.material.io/develop/web>



Material 3 

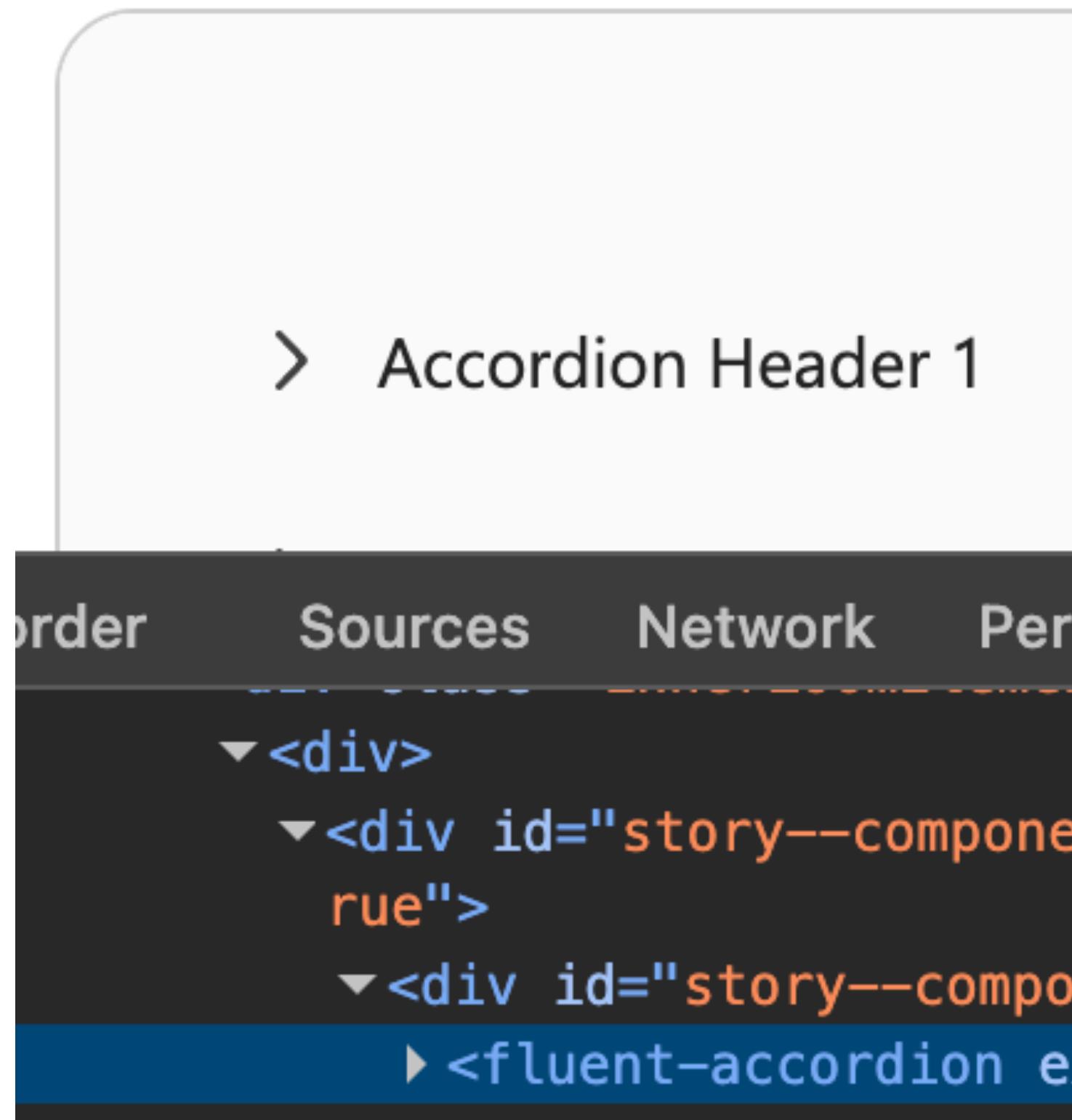
Back  Next

Elements Console Recorder Sources

```
> <div id="toolbar" part="preview">
  <div id="content" class=" " part="main">
    <mwc-linear-progress part="progress">
      <!--?lit$562800847$-->
    </mwc-linear-progress>
    <div part="content">
      <div>
        <div>
          <div>
            <div>
              <div>
                <div>
                  <div>
                    <div>
                      <div>
                        <div>
                          <div>
                            <div>
                              <div>
                                <div>
                                  <div>
                                    <div>
                                      <div>
                                        <div>
                                          <div>
                                            <div>
                                              <div>
                                                <div>
                                                  <div>
                                                    <div>
                                                      <div>
                                                        <div>
                                                          <div>
                                                            <div>
                                                              <div>
                                                                <div>
                                                                  <div>
                                                                    <div>
                                                                      <div>
                                                                        <div>
                                                                          <div>
                                                                            <div>
                                                                              <div>
                                                                                <div>
                                                                                  <div>
                                                                                    <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
                                                                                      <div>
................................................................
```

## Microsoft Fluent Design

<https://fluent2.microsoft.design/get-started/develop>



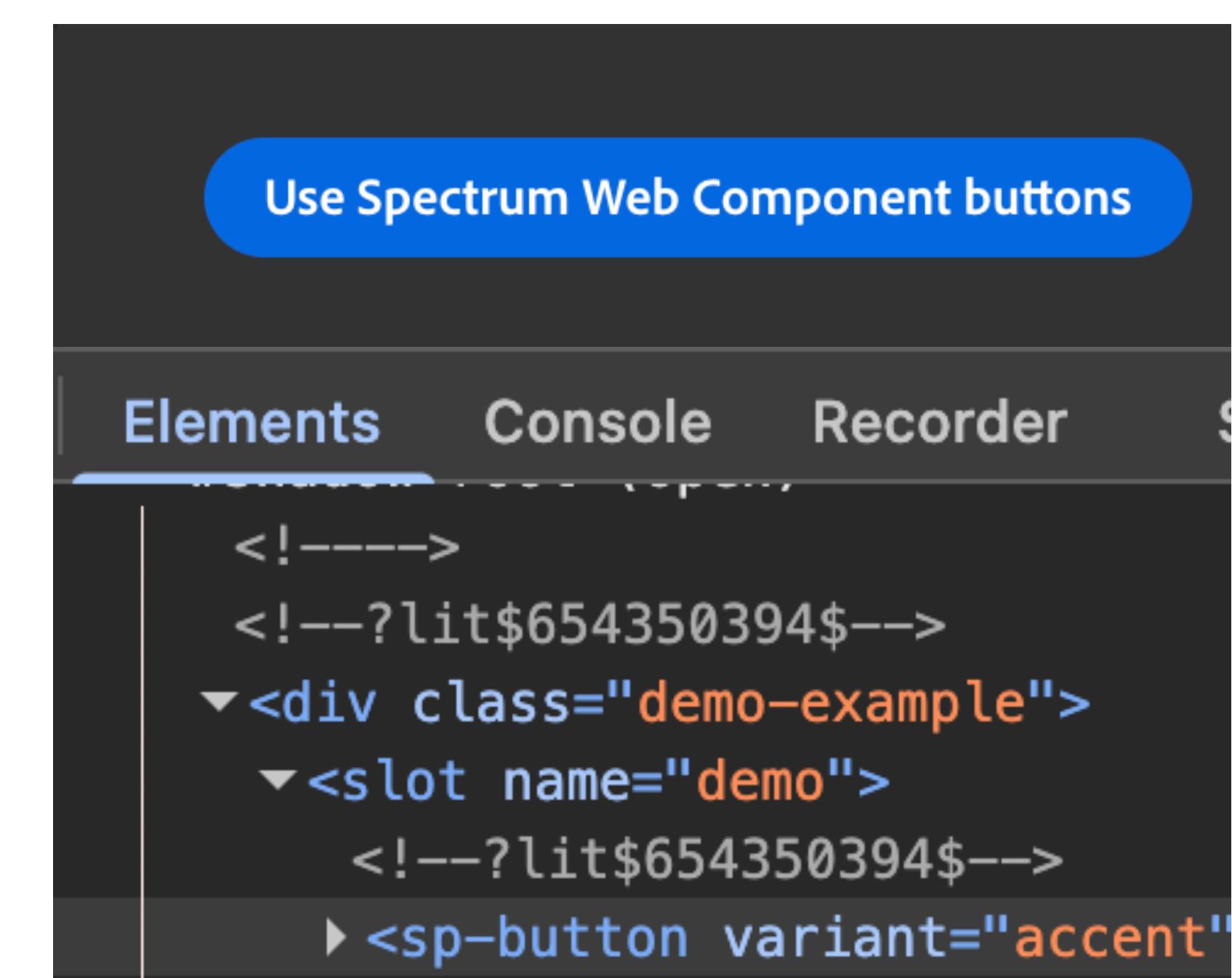
Order Sources Network Perf

> Accordion Header 1

```
> <div>
  <div>
    <div>
      <div>
        <div>
          <div>
            <div>
              <div>
                <div>
                  <div>
                    <div>
                      <div>
                        <div>
                          <div>
                            <div>
                              <div>
                                <div>
                                  <div>
                                    <div>
                                      <div>
................................................................
```

## Adobe Spectrum

<https://opensource.adobe.com/spectrum-web-components/>



Elements Console Recorder S

Use Spectrum Web Component buttons

```
<!-->
<!--?lit$654350394$-->
<div class="demo-example">
  <div>
    <slot name="demo">
      <!--?lit$654350394$-->
      <sp-button variant="accent">
```

# Web Components: Tecnologia

- Uma sinergia entre 4 tecnologias distintas
  - **Custom Elements**
    - Definir e registrar novos elementos; única tecnologia estritamente necessária
    - Shadow DOM
      - Abstrair o DOM do elemento para o resto da página
  - HTML Templates
    - Escrever excertos de HTML parametrizável
  - CSS Selectors
    - Elemento combina estilos da página com estilos internos

# Web Components: Custom Elements

- Basta criar
  - Uma classe JS

```
class MyElement extends HTMLElement {  
  constructor() {  
    super();  
  } }  
  
```

- Uma tag **HTML** (convenção especial prefixo-nome para evitar clash)

```
customElements.define("my-element", MyElement);  
  
```

# Exemplo (Contador)

- Criar um contador que apresenta número de clicks
  - 💡 Encapsulamento de estado com atributos/métodos privados
  - 💡 Podemos registrar eventos dentro do elemento
  - 💡 Podemos alterar propriedades do elemento com [CSS](#)

```
class ClickCounter extends HTMLElement {  
  #clicks = 0;  
  constructor() {  
    super();  
    this.#render();  
    this.addEventListener('click', evt => {  
      this.#clicks++;  
      this.#render();  
    });  
  }  
  #render () {  
    this.innerHTML = `Clicked ${this.#clicks}x`;  
  }  
}  
customElements.define('click-counter', ClickCounter);
```

# Exemplo (Contador)

- Definir um atributo **clicks**

- 💡 Inicialização com atributo no **HTML**

- 💡 Atributo modificável via JS, e.g., `counter.clicks=5`

- 💡 *Attribute reflection:* sincronização JS ↔ HTML

```
<click-counter id="counter" clicks="3"></click-counter>
```

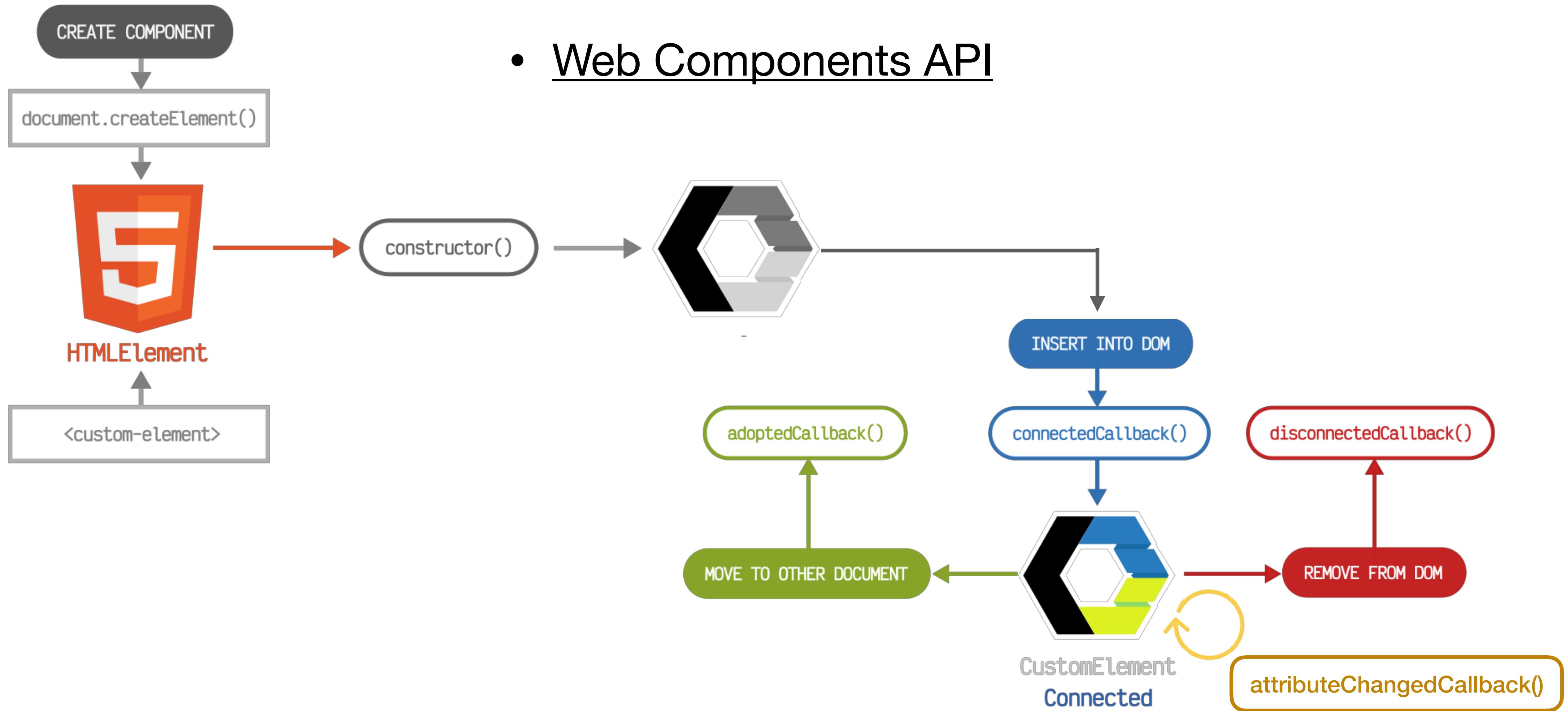
```
class ClickCounter extends HTMLElement {  
  ...  
  get clicks() { return this.#clicks; }  
  set clicks(v) { this.#clicks = v;  
    this.setAttribute("clicks", v); }  
  
  static get observedAttributes() { return ["clicks"]; }  
  
  attributeChangedCallback(name, oldValue, newValue) {  
    if (name === "clicks") this.#clicks = newValue;  
    this.#render();  
  }  
}
```

# Exemplo (Contador)

- Refletir informação do parent element, neste caso o `id`
  - 💡 Elemento não é “conectado” ao DOM no momento em que é criado
  - 💡 Podemos reagir quando elemento é:
    - “conectado” ao DOM
    - “desconectado” do DOM
    - “adoptado” por outro DOM (página, frame)

```
<div id="container">  
  <click-counter></click-counter>  
</div>  
  
class ClickCounter extends HTMLElement {  
  #parent = "";  
  
  ...  
  
  connectedCallback() {  
    this.#parent = this.parentElement.id;  
    this.#render();  
  }  
}  
}
```

# Ciclo de vida de um Custom Element



# Web Components: Shadow DOM

- **HTML** e **CSS** são abertos por defeito
  - Não há isolamento na página, tudo está definido num scope global
  - Exceção feita para `<iframe>`, que encapsula completamente uma sub-página
- ! Problema:
  - **JS** e **CSS** da página pode interferir com DOM e visualização de um custom element
  - **JS** e **CSS** de um custom element podem interferir com DOM e visualização da página
- 💡 Solução = custom element tem dois DOMs
  - **Light DOM**: o DOM por defeito construído a partir do **HTML**, não encapsulado
  - **Shadow DOM**: é renderizado pelo browser mais invisível para o DOM da página
  - Ao contrário de `<iframe>`, custom element oferece uma API para interação com a página

# Exemplo (Shadow)

- Criar um Shadow DOM
  - 💡 Light DOM e Shadow DOM coexistem
  - 💡 Se existir Shadow DOM, Light DOM não é visualizado
  - 💡 Se Shadow DOM estiver “aberto”, é visualizado
  - 💡 **<slot>** permite acrescentar Light DOM ao Shadow DOM

```
<shadow-element id="shadow">
  <p>This is Light DOM</p>
</shadow-element>

class ShadowElement extends HTMLElement {
  constructor() {
    super();
    this.attachShadow({ mode: 'open' });
    this.shadowRoot.innerHTML = `<p>This
is Shadow DOM</p><slot></slot>`;
  }
}
customElements.define('shadow-element', ShadowElement);
```

open/closed

# Web Components: CSS Selectors

- 💡 Shadow DOM também ajuda a encapsular estilos CSS

```
this.shadowRoot.innerHTML = `<style> ... </style>`;
```

- Shadow styles
  - Não visíveis da página
  - Não se podem referir a elementos da página
  - Pseudo-class `:host` refere-se ao próprio custom element, apelidado de “shadow root”
    - `:host(selector)` quando host satisfaz `selector`
- ! Propriedades CSS “herdadas” atravessam fronteiras do Shadow DOM

# Exemplo (Contador + Shadow CSS)

- Contador de clicks com cor variável

```
class ClickCounter extends HTMLElement {  
  #span;  
  ...  
  constructor() {  
    super();  
    this.attachShadow({ mode: 'open' });  
    const styles = document.createElement('style');  
    styles.textContent = `  
      :host {  
        ...  
        background: hsl(var(--hue), var(--saturation), var(--lightness));  
      }`;  
    this.shadowRoot.appendChild(styles);  
    this.#span = document.createElement('span');  
    this.shadowRoot.appendChild(this.#span);  
    this.#render();  
    this.addEventListener('click', evt => { this.#clicks++; this.#updateHue();  
      this.#render();});  
  }  
}
```

Shadow style

Atualiza --hue

```
body {  
  --hue: 0;  
  --saturation: 70%;  
  --lightness: 50%;  
}
```

Definido na página; herança permite passar variáveis CSS ao custom element

# Web Components: HTML Templates

- 💡 Já vimos JavaScript Template Literals

```
`Clicked ${this.#clicks}x`
```

- HTML Template (elemento `<template>`)

- Código **HTML** que não é renderizados pelo browser
- Elementos substituíveis com keyword `slot`

```
<template id="hello-world">  
  <slot name="msgtext"></slot>  
</template>
```

- 💡 Pode ser instanciado por **HTML**

```
<h1 slot="msgtext">Hello Default!</h1>
```

- 💡 Pode ser instanciado por **JS**

# Exemplo (Contador + HTML Templates)

- Contador de clicks com cor variável

```
class ClickCounter extends HTMLElement {  
  ...  
  constructor() {  
    ...  
    const tpl = template.content.cloneNode(true);  
    this.shadowRoot.append(tpl);  
    ...  
  }  
  #render() {  
    const slot = this.shadowRoot.querySelectorAll('slot')[0];  
    slot.textContent = `${this.#clicks}`;  
  }  
}
```

```
<template id="template">  
  <style>  
    ...  
  </style>  
  <span>Clicked <slot></slot>x</span>  
</template>
```

HTML  
Template

Instancia template

Substitui <slot>

# Web Components: Tradeoffs

- Assente nas tecnologias tradicionais (HTML + CSS + JS)
- Formas de lifecycle management e composição mais restritas do que usando frameworks
- Sem Virtual DOM: JS tem que gerir manualmente updates ao DOM
- + Garantem consistência em diversos ambientes
- + Possível converter SPAs (de qualquer framework) para Web Components
- + Várias bibliotecas e frameworks dedicadas a construir Web Components



# Web Components

- **Web Components instanciam/implementam Concepts**
  - Partilham os mesmos princípios: modularidade, independência, reutilização
  - Refinam concepts ao definirem UI concretas
- Diferenças principais (devido ao diferente nível de abstração)
  - **Granularidade:** components mais finos (e.g. vários botões para emojis vs reaction concept)
  - **Lifecycle management:** concepts assumem-se universais, não são criados ou removidos
  - **Sincronização:** sincronização de concepts pode ser simulada com troca de eventos entre components; para além de alterar estado, side-effects na UI

# Exemplo (User + Session)

- Uma combinação familiar de concepts

**concept** User

**purpose** authenticate users

**principle**

after a user registers with a username and password, they can authenticate as that user by providing a matching username and password:

register (n, p, u); authenticate (n, p, u') {u' = u}

**state**

registered: **set** User

username, password: registered -> **one** String

**actions**

register (n, p: String, out u: User)

authenticate (n, p: String, out u: User)

**concept** Session [User]

**purpose** authenticate user for extended period

**principle**

after a session starts (and before it ends), the getUser action returns the user identified at the start:  
start (u, s); getUser (s, u') {u' = u}

**state**

active: **set** Session

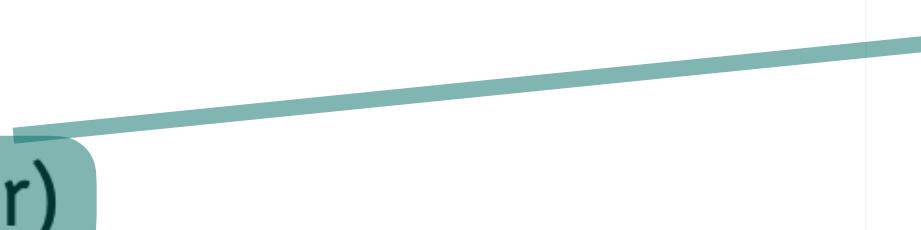
user: active -> **one** User

**actions**

start (u: User, **out** s: Session)

getUser (s: Session, **out** u: User)

end (s: Session)



# Exemplo (User + Session)

- Podemos implementar cada **concept** como um **web component**
- Cada component implementa também uma UI (com Material 3 widgets)
- Sincronização feita pelo DOM, alterna entre UIs

