

A man in a suit and bag is walking on a paved path through a modern building. The building features large glass windows, balconies with metal railings, and extensive green walls covered in climbing plants. The scene is set in a lush, green environment with various plants and trees.

Da educação 4.0 à construção industrial 4.0: construindo escolas significativas

6 de Junho 2024

Livia Minoja e Giselle Dziura



DESAFIOS ESTRUTURAIS DA EDUCAÇÃO EM AMÉRICA LATINA E CARIBE

BAIXA APRENDIZAGEM – PRE COVID-19

50%

dos alunos não atingiram
competências básicas em leitura,
matemática e ciências

BAIXA APRENDIZAGEM – POST COVID-19

71%

dos estudantes não atingiriam as
competências básicas

EXCLUSÃO ESCOLAR – POST COVID-19

1.2M

mais crianças e adolescentes
fora da escola

LACUNAS DE APRENDIZAGEM - PRE COVID-19

2 anos

lacuna de aprendizagem entre
crianças ricas e pobres

LACUNAS DE APRENDIZAGEM – POST COVID-19

50%

maior seria a perda de aprendizagem
para alunos cujos pais têm níveis
educacionais mais baixos

NO ENTANTO, A AMÉRICA LATINA E CARIBE ENFRENTA GRANDES DESAFIOS EM SUA INFRAESTRUTURA ESCOLAR

41%

Dos alunos do 3.º ano frequentam escolas com difícil acesso a água e saneamento

1/3

Dos alunos do 3.º ano frequentam escolas sem eletricidade e ligação telefônica

70%

das salas de aula não possuem níveis de conforto térmico adequados para promover a aprendizagem

1/3

Dos alunos do 3º ano frequentam escolas cujas salas de aula não dispõem de equipamentos adequados (como mesa e cadeira para cada aluno)

Mais de

30pp

da diferença no acesso a infra-estruturas adequadas entre estudantes do quartil mais pobre e estudantes do quartil mais rico.





INFRAESTRUTURA DE QUALIDADE É UM IMPORTANTE INSUMO PARA A APRENDIZAGEM NAS ESCOLAS

- aumento de 16% de variação na aprendizagem dos alunos
- aumento em até 60% nas taxas de frequência dos alunos
- aumento nas **taxas de formação e participação em atividades extracurriculares**, com efeitos mais relevantes sobre estudantes vulneráveis
- melhoria da **assiduidade dos professores** e a sua intenção de permanecer na profissão, sendo ainda mais significativa do que os níveis salariais



QUAIS CARACTERÍSTICAS TEM UMA INFRAESTRUTURA DE QUALIDADE?

- Apoio às **pedagogias do século 21**
- **Conforto integrado**
- **Serviços básicos adequados**
- **Acessibilidade** universal
- Projeto, construção e operação com **sustentabilidade**
- **Resiliência** à desastres naturais e ambientais
- **Pertinência cultural e patrimônio**
- **Integração com a comunidade**

VISIÓN DE FUTURO EDUCACIÓN 4.0



multiplica tiempo, espacio y formatos de interacción con coherencia pedagógica¹



Gestión eficiente de procesos y generación de **información estratégica** para monitoreo y toma de decisión.



Centrada en el estudiante para viabilizar el aprendizaje continuo³



Cambio de la cultura escolar y roles de los actores en la enseñanza-aprendizaje



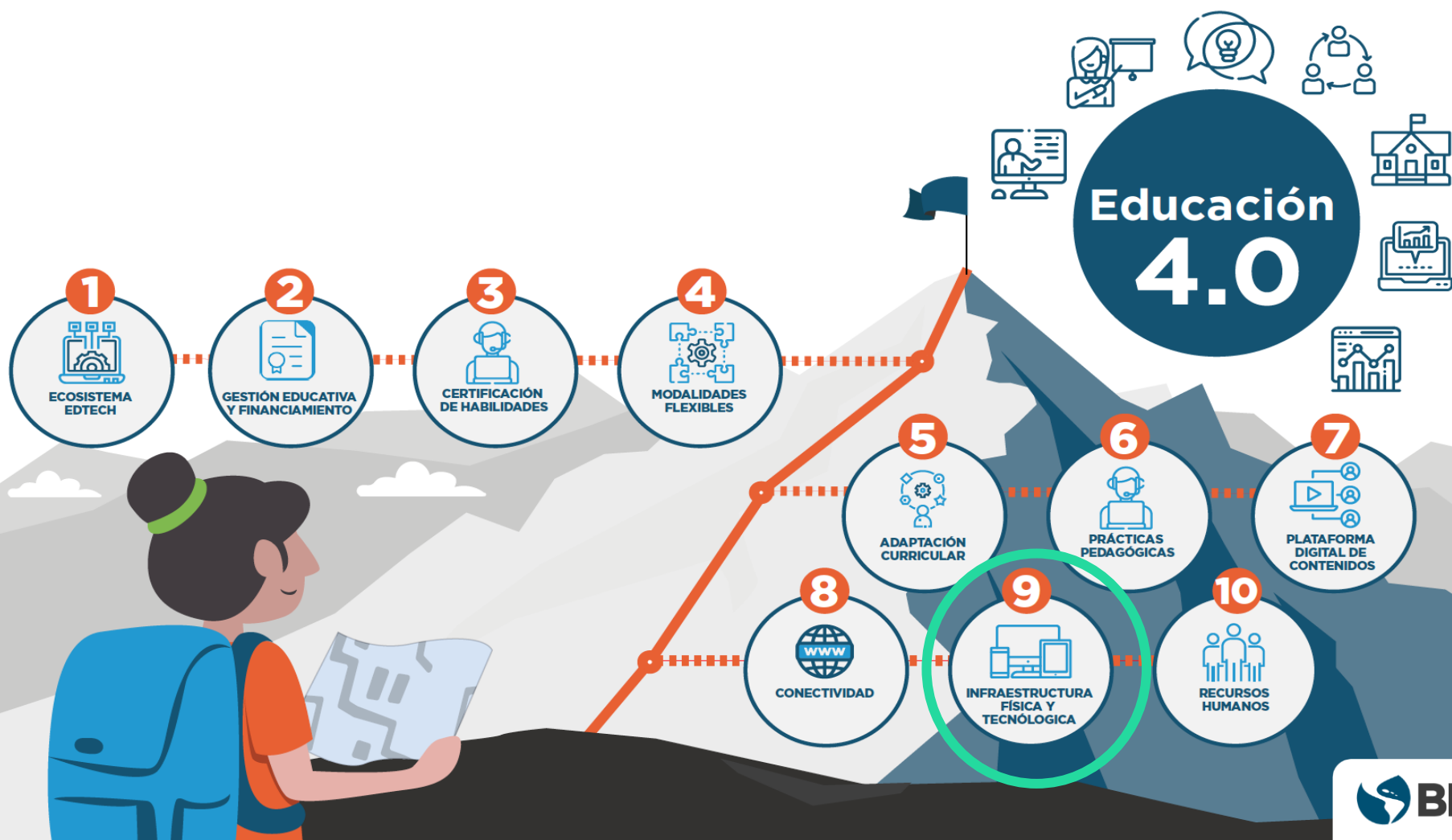
Tecnologías digitales para acelerar, amplificar e involucrar estudiantes y el aprendizaje⁴



Aprendizaje personalizado, relevante y atractivo²



Docentes impulsan aprendizaje con prácticas pedagógicas innovadoras





Tempo e lugar diversos

Aprendizagem combinada, salas de aula invertidas e
BYOD (Traga seu próprio dispositivo)

Baseado em projeto

Experiência em campo

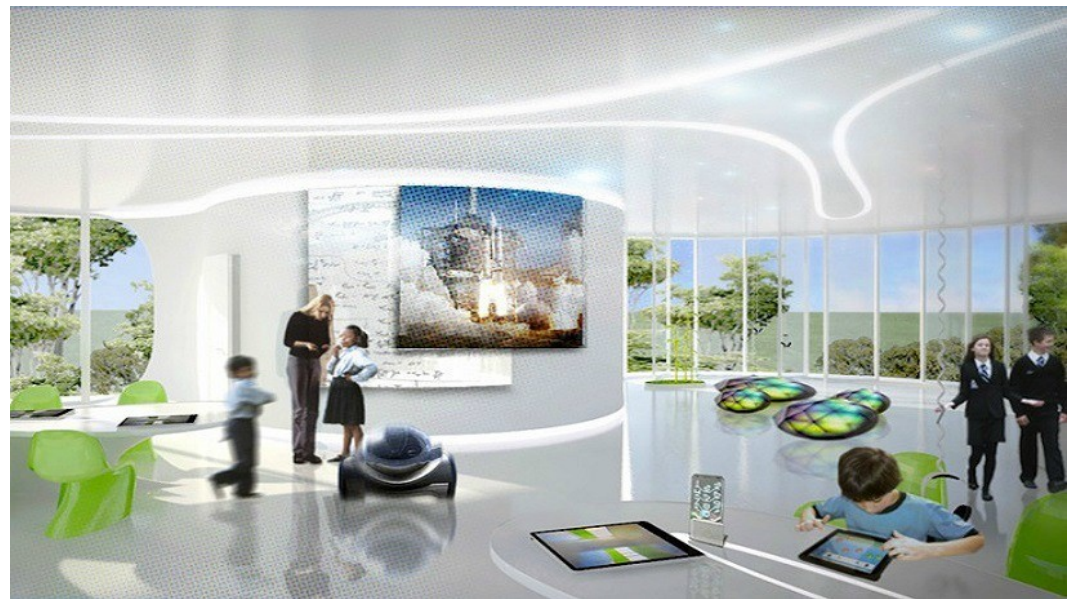
Interpretação de dados

Mentoria

Tarefas flexíveis e colaborativas

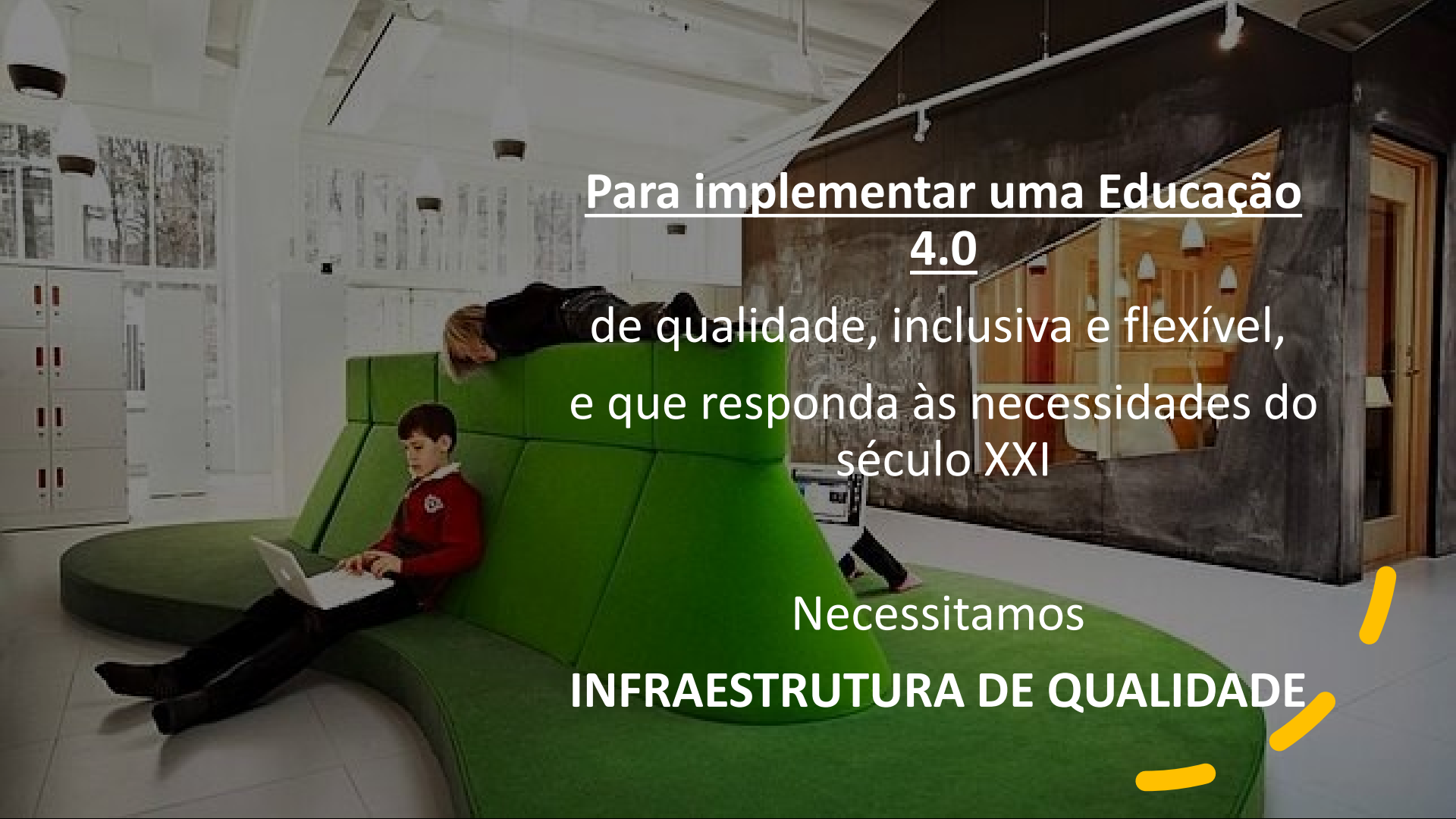
Espaços de aprendizado interativos

Realidade virtual e aumentada



Futuro?

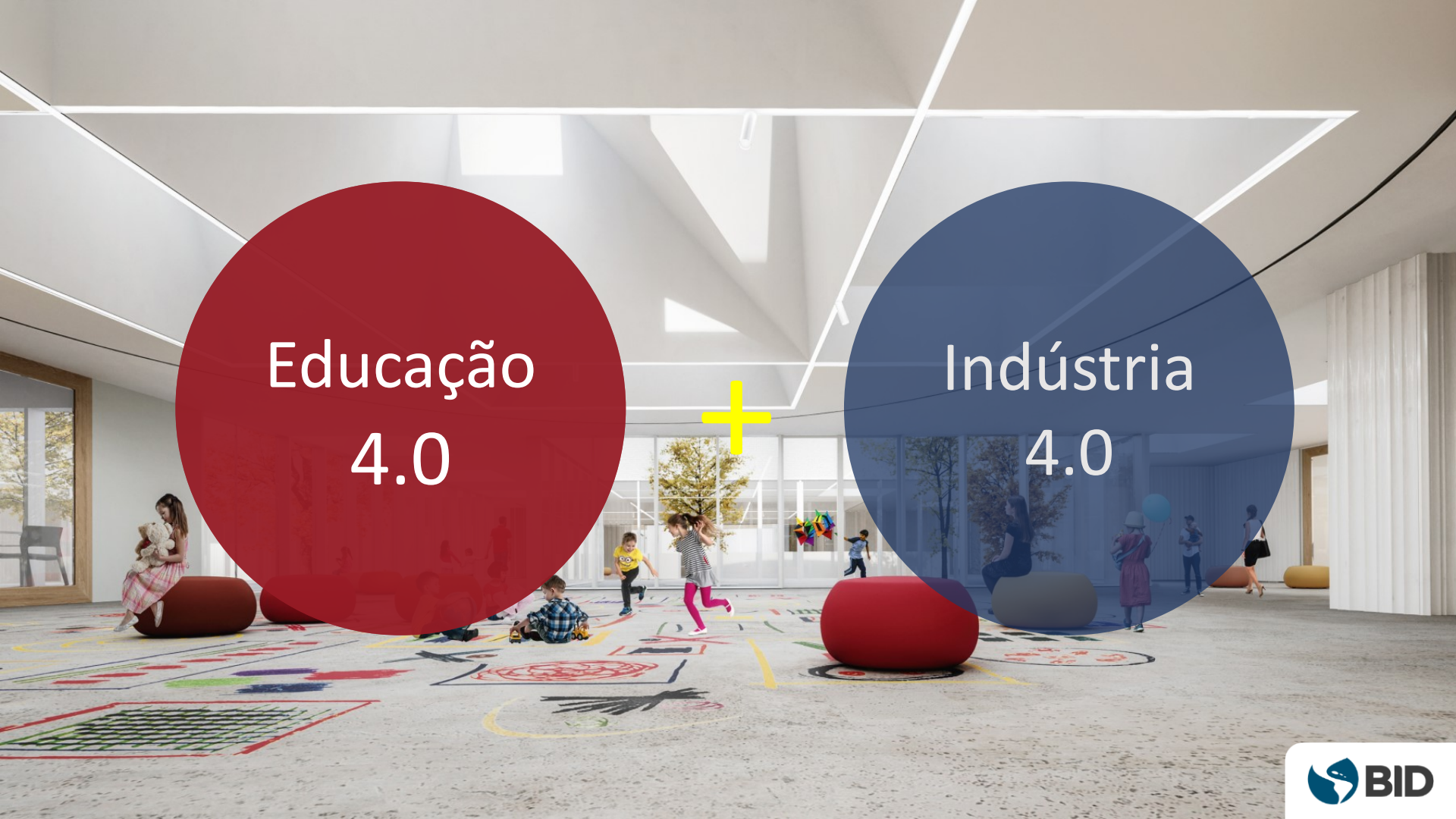
A educação está mudando agora!

A modern school interior featuring a large, green, modular sofa. A young boy in a red sweater is sitting on the sofa, using a laptop. Another child is lying on the sofa behind him. The background shows a large, open space with white walls, a high ceiling, and a glass partition. The text is overlaid on the right side of the image.

Para implementar uma Educação 4.0

de qualidade, inclusiva e flexível,
e que responda às necessidades do
século XXI

Necessitamos
INFRAESTRUTURA DE QUALIDADE



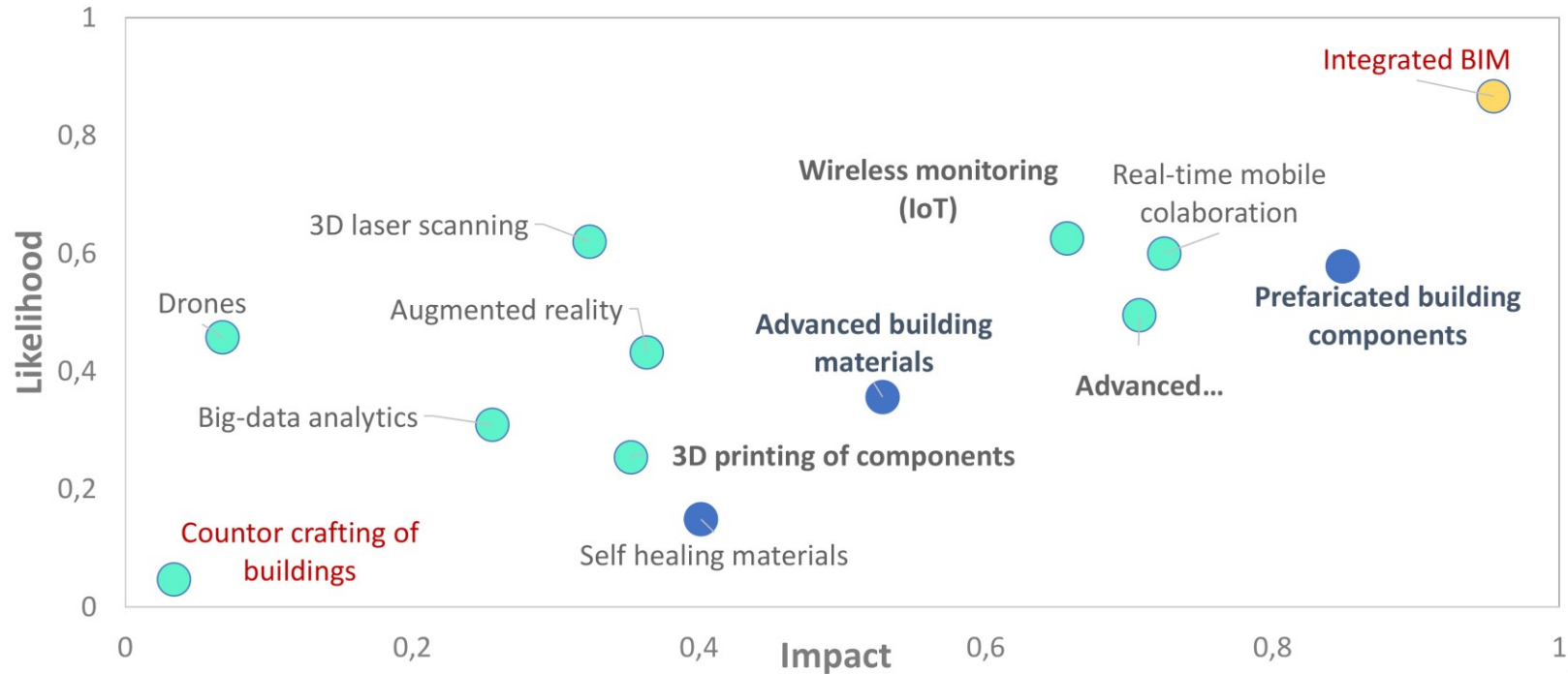
Educação
4.0



Indústria
4.0



Probabilidade e impacto futuro de novas tecnologias na construção



Repensar os **espaços de educação**: soluções e estratégias para los desafios futuros

Escuela de la primera infancia
Giancarlo Mazzanti, Santa Marta,
Colombia



Metodología pedagógica
Tecnologías aplicadas
Qualidade espacial-arquitetônica
Funcionalidade
Sustentabilidade
Resiliência
Acessibilidade universal
Pertinência histórico - cultural
Sistemas construtivos
Inovação



Family Box / SAKO Architects. Image Ruijing



Kindergarten and Primary School , Villímar, Burgos, Spain



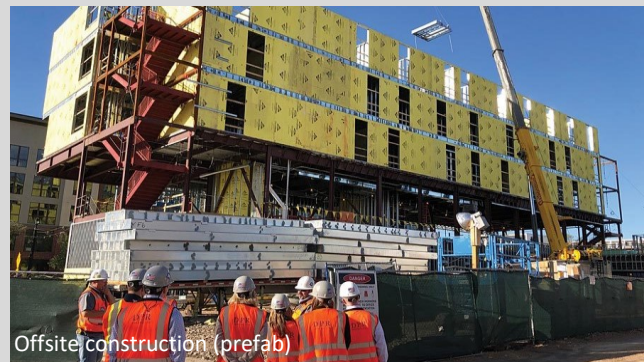
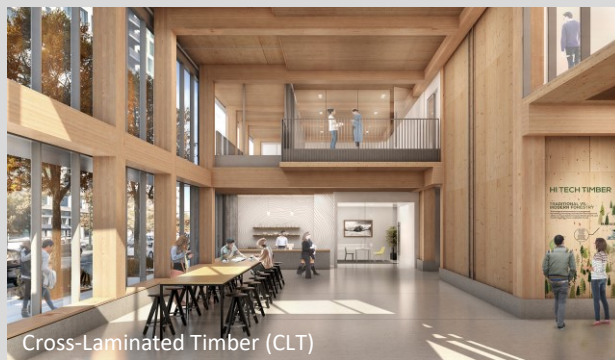
STEAM Lab 21st Century School Building

Inovar Conectar Explorar



Soluções,
sistemas e processos,
estratégicas e aplicações
construtivas
para sistemas futuros

Para que explorar sistemas de construção não tradicionais?



Sustentável Resiliente Durável Seguro



Quais as conexões com a construção 4.0?

- Eficiência Construtiva (tempo, desperdício, produtividade)
- Qualidade e Padronização (controle de qualidade e manutenção)
- Sustentabilidade e Resiliente
- Flexibilidade e Adaptabilidade
- Custos e Economia
- Inovação Tecnológica
- Métodos de construção modular, big data, materiais, IA

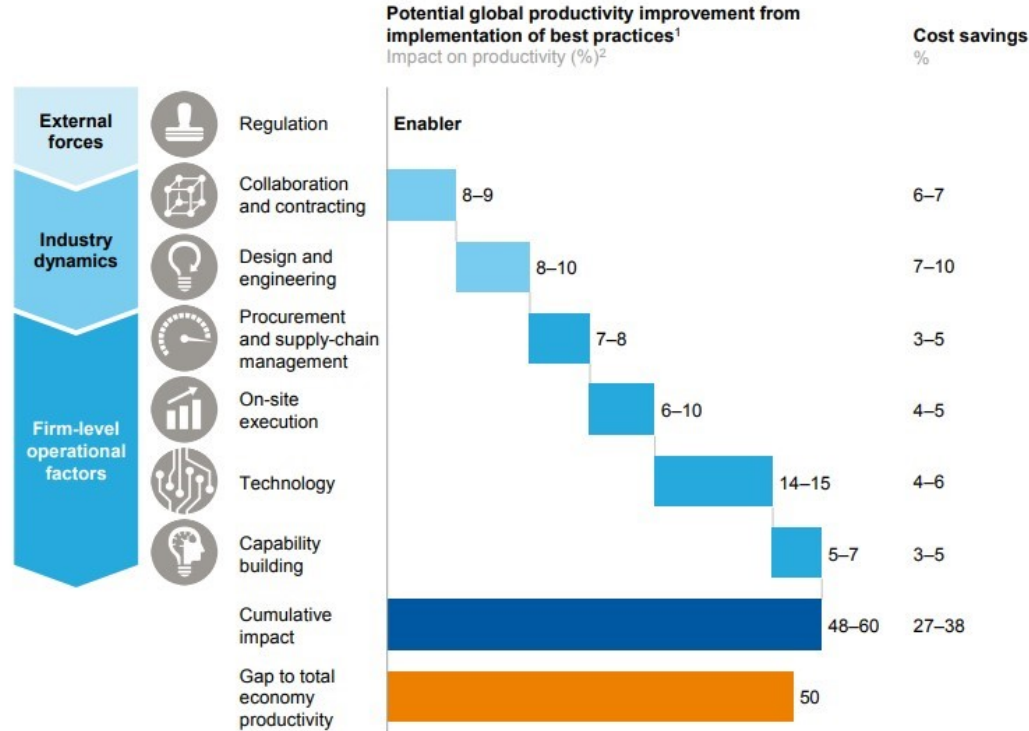


Impacto na Educação 4.0

Construction can catch up with total economy productivity by taking action in seven areas

Cascading effect

Regulation changes facilitate shifts in industry dynamics that enable firm-level levers and impact



¹ The impact numbers have been scaled down from a best case project number to reflect current levels of adoption and applicability across projects, based on respondents to the MGI Construction Productivity Survey who responded "agree" or "strongly agree" to the questions around implementation of the solutions.

² Range reflects expected difference in impact between emerging and developed markets.

SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

Como melhorar a produtividade da construção?

Sistemas construtivos



Há várias classificações, e o limite entre uma e outra também pode sofrer variações.

EXEMPLO: PESADO E PERMANENTE
ESCOLA STEAM-LAB DE BELIZE



EXEMPLO: PESADO E PERMANENTE

ESCOLA STEAM-LAB DE BELIZE

Cidade de Belize, Belize.

Ano de construção: 2023.

Custo (D+C+E): **3.3 M USD > 1.050 (USD /m2)**

Área de superfície: **3141 m2**

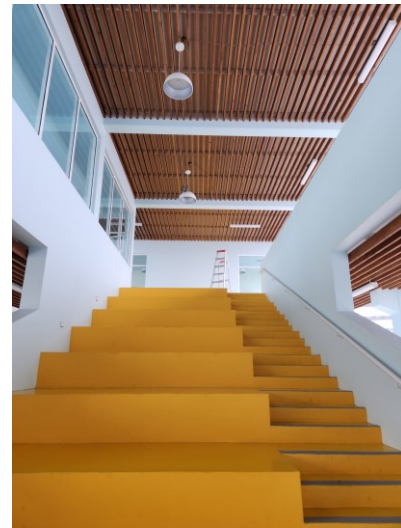
Período de construção: 360 dias > (12 meses)

(Financiamento do BID)



EXEMPLO: PESADO E PERMANENTE

ESCOLA STEAM-LAB DE BELIZE



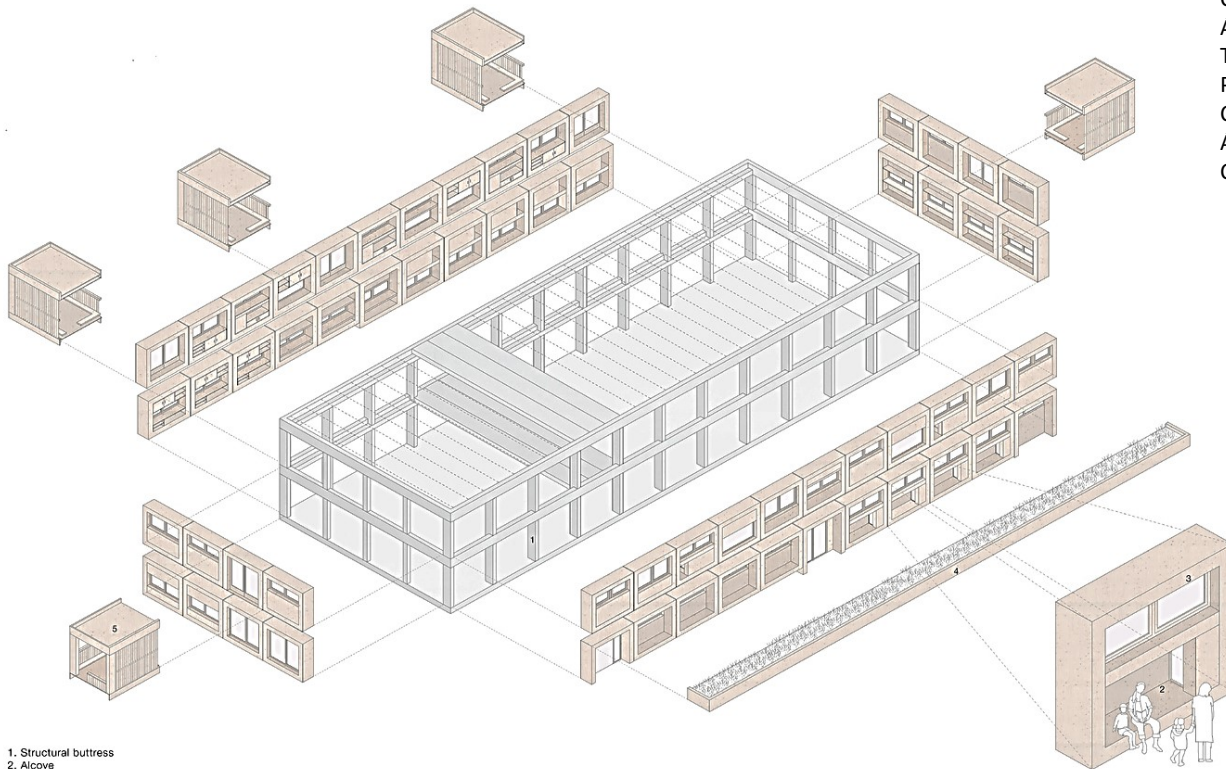
EXEMPLO: PESADO E PERMANENTE

ESCOLA BELLATERRA



EXEMPLO: PESADO E PERMANENTE

ESCOLA BELLATERRA



Bellaterra, Catalunya, España, 2018.

Eduard Balcells, Ignasi Rius Architecture, Tigges Architekt

Custo total: **1.553.000 (USD)**

Área total construída: **1750 m2**

Tempo de execução: **10 meses**

Preparação do terreno: 335.000 (USD) > 21% do custo total

Custo do módulo: 682.000 (USD)

Área do módulo: 950 m2

Custo unitário: 718 (USD/m2) (sem incluir a preparação do terreno)

1. Structural buttress
2. Alcove
3. Frame
4. Porch (to be built at a later phase)
5. Access bridge & porch (to be built at a later phase)

SISTEMAS PRÉ-FABRICADOS PESADOS

VANTAGENS

- Solução de longo prazo (+25 anos)
- Melhor controle da temperatura interna
- Acabamentos de alta qualidade
- Maior flexibilidade de design
- Execução mais rápida do que a tradicional

DESVANTAGENS

- Custos mais altos
- Não é ideal para áreas isoladas por causa do transporte
- Necessidade de maquinário pesado para instalação e montagem
- Necessidade de uma indústria capaz de produzir elementos de concreto pré-moldado nas proximidades



EXEMPLO: LEVE E PERMANENTE

CENTRO EDUCATIVO, NELSON MANDELA EM URUGUAI



Centro Educativo Asociado 183 Nelson Mandela

País:
Uruguay

Zona:
Urbana (sin planificación)

Clima:
Cálido húmedo

Administración:
Pública

Financiamiento:
Público

Tipo de construcción:
Construcción nueva

**Capacidad máxima de
matriculación:**
192

Niveles que ofrece:
Primaria | Media

Año de la construcción:
2017

Población que atiende:
Femenina
Masculina

Tipo de innovación:
Sustentabilidad ambiental
Integración con la comunidad



EXEMPLO: LEVE E EFÊMERO

CENTRO EDUCATIVO EM URUGUAI

Paso Carrasco, Montevideo Uruguai.

Ano de construção: 2017.

Custo: **835.417 USD** > **1.567 (USD /m2) (*)**

Área: **533 m2**

Prazo de Construção: 137 días > **(4 ½ meses)**

(Financiamento BID)



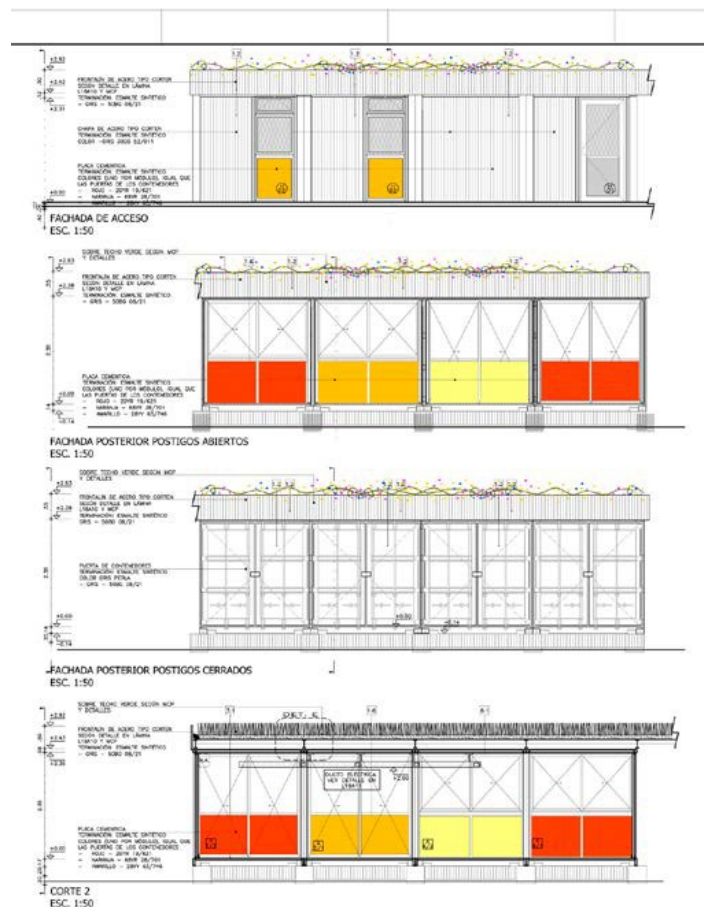
CONTENEDORES MARITIMOS

VANTAGENS

- Execução rápida do trabalho.
- Resistente a terremotos
- Resiste a ventos fortes
- Podem ser realocados
- É possível obter níveis adequados de qualidade de acabamento
- Telhado verde favorece o isolamento termoacústico.

DESVANTAGENS

- Solução semipermanente (5 a 10 anos).
- Relativamente caro: é necessária uma série de obras de acabamento e adaptação da estrutura.
- Em termos de ventilação e iluminação, não é ideal em um clima tropical. Requer controle mecânico de temperatura (ar condicionado).
- Menor conforto térmico, maior consumo de energia.
- Necessidade de maquinário pesado para instalação e montagem.
- Menor flexibilidade no projeto.
- Vulnerável à corrosão.



EXEMPLO: LEVE E PERMANENTE

ESCOLAS DO PLAN SELVA, PERU



PLAN SELVA, PERU.

Programa escolar modular pré-fabricado

10 escolas em 130 dias: incluindo fabricação e instalação em áreas de difícil acesso

Estrutura metálica com painéis de madeira

Cobertura isolada em painel sanduíche

Design que promove ventilação natural

Módulos de sala que podem ser conectados entre si

Adaptado para climas tropicais



Fase 1 (2016)

10 colegios - 84 módulos - 130 dias

FASE 1 > 13.5M USD > 18.847 M2 > 716 (USD/m2)

Fase 2 (2018)

31 colegios - 124 módulos - 210 días

ESTIMATIVAS:

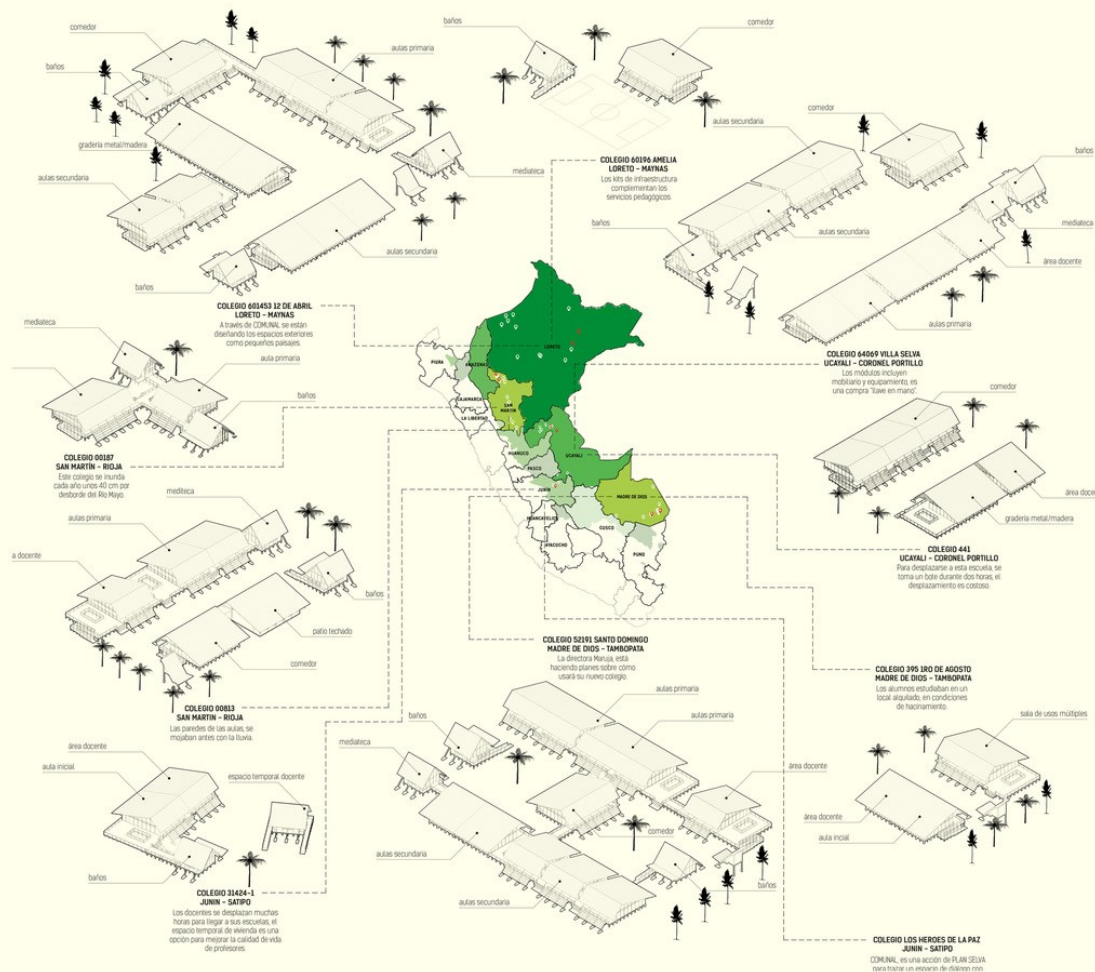
Módulos básicos: 180.000 USD

Área do piso: 211 m2

Custo unitário: 853 (USD/ m2)

Tempo de montagem e instalação: 60 dias
Custo médio incluindo transporte e preparação do local.

O custo de transporte é estimado em 30%.





PLAN SELVA.

VANTAGENS

- Modular, adaptável a necessidades específicas
- Construção permanente de 15 a 25 anos
- Projeto ideal para climas tropicais
- Adaptado para transporte a áreas isoladas
- Custos relativamente baixos
- Montagem rápida
- Não requer meios mecânicos de ar-condicionado
- Economia de energia
- Excelente ventilação e luminosidade
- O telhado isola a radiação solar e o ruído da chuva
- A instalação não requer maquinário pesado
- Não requer mão de obra especializada
- Utiliza materiais locais
- Antissísmico

DESVANTAGENS

- Pode apresentar problemas em caso de furacões
- Não é adequado para áreas com cupins
- As fundações devem ser preparadas com antecedência
- Requer manutenção periódica das paredes de madeira
- Risco de incêndio.



EXEMPLO: MODULAR E EFÊMERO

ESCOLAS DE FLATPACK

É uma das soluções mais amplamente aplicadas no mercado atualmente.

Grande número de fornecedores no mercado. Sistema de estrutura metálica e painel “Sandwich”.

Geralmente nas dimensões de um contêiner de 20’.

Semelhante ao sistema de “construção a seco”, ele se diferencia por sua modularidade e padronização.



EXEMPLO: MODULAR E EFÊMERO

ESCOLAS DE FLATPACK

VANTAGENS

- Grande número de fornecedores no mercado.
- Implementação rápida.
- Custos mais baixos.
- Pode ser usado em áreas isoladas.
- Inclui principalmente piso (não há necessidade de laje de concreto).
- Antiterremoto e boa resistência ao fogo.

DESVANTAGENS

- Solução leve e semipermanente (5 a 10 anos)
- Resiste apenas a ventos de até 100 (km/h)
- Necessidade de maquinário pesado para o transporte
- Altos custos de transporte (10 a 30 % do custo total)
- As fundações devem ser feitas com antecedência
- Permite maior flexibilidade de design do que os contêineres marítimos, mas ainda tem limitações em termos de ventilação e iluminação.
- Requer controle mecânico de temperatura (ar condicionado).
- Menor conforto térmico, maior consumo de energia.



ESCOLAS DO SIGLO XXI

CATALOGO DE ESCOLAS
INNOVADORAS DA AMERICA LATINA E
CARIBE



Escuelas del Siglo XXI

en América Latina y el Caribe

Editado por Maria Soledad Bos,
Liora Schwartz y Marián Licheri



Banco Interamericano
de Desarrollo

División de Educación



MITOS

- **MENOS RESISTENTE**
- **BAIXA QUALIDADE PERCEBIDA**
- **LIMITAÇÕES ESTÉTICAS**
- **MANUTENÇÃO NECESSÁRIA**
- **SÃO MAIS CAROS**
- **OBSERVAR:**
 - **Tempo de inatividade reduzido**
 - **Ocupação mais rápida**
 - **Ciclos orçamentários mais curtos**

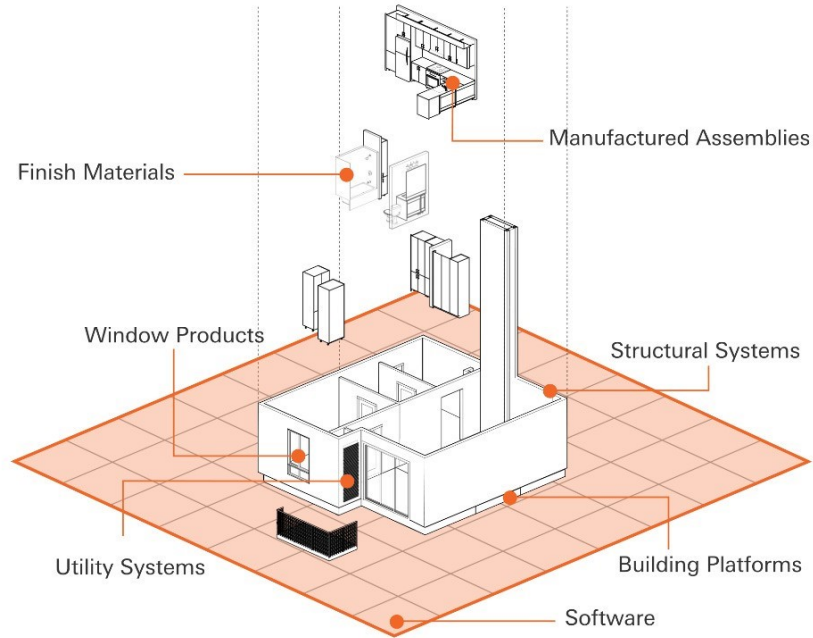




PARTICULARIDADES A CONSIDERAR

1. **NORMATIVAS LOCAIS**
2. **CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS (CONSUMO DE ENERGIA, ANÁLISE DO CICLO DE VIDA, RESÍDUOS)**
3. **VIABILIDADE DE MERCADO**
4. **LOGÍSTICA (TRANSPORTE, MONTAGEM, INFRA ESTRADAS – GRAU DE PRÉ-FABRICAÇÃO)**
5. **CONDICIONANTES DE TERRENO**
6. **TEMPO DE PRODUÇÃO (ESTOQUE?) E CAPACIDADE PRODUTIVA**

DESAFIOS



diversos códigos de construção



programas públicos limitados



custos de transporte



necessidade geral de maior compreensão entre os stakeholders



escassez de fabricantes



custos operacionais e de capital significativos



dificuldades de planejamento



exigência de designs descomponíveis e variáveis

Katerra - tentativa inovadora de mudar da abordagem modular tradicional para uma abordagem de kit de peças.

O que vem por aí na construção 4.0?

- Requisitos e demanda crescentes em termos de volume, tempo, custo, qualidade e sustentabilidade
- Participantes de maior escala, mercados mais transparentes e disruptivos para novos participantes
- Novas tecnologias, materiais e processos mais facilmente disponíveis





A escola não está mais limitada ao espaço escolar

A educação moderna está saindo das salas de aula e entrando na **natureza, nos museus, nos parques, nos teatros, nas bibliotecas locais, nos complexos desportivos e nos centros de pesquisa.**

Toda a **infra-estrutura urbana** está se tornando uma plataforma educacional.

Rede de “**Quantoriums**”, ou parques tecnológicos, onde as crianças em idade escolar podem estudar STEM gratuitamente.

As crianças não precisam "brincar" de fazer ciência, elas podem fazer ciência de fato.



Livia Minoja: liviam@iadb.org

Giselle Dziura: gdziura@iadb.org