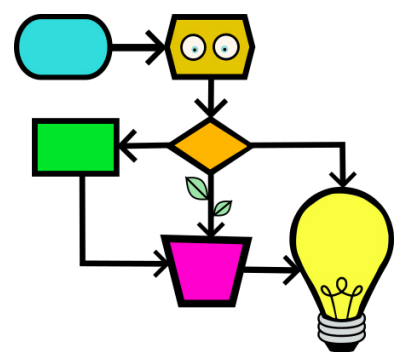


Routekaart Computational Thinking op school



Samenvatting

Computational thinking

Computational Thinking (CT) is een set vaardigheden die helpt problemen op te lossen door oplossingen voor te stellen die door een mens of door een computer kunnen worden uitgevoerd, of een combinatie van beide' (Wing 2006; 2011).

Het is een vaardigheid die belangrijk is om al op jonge leeftijd te ontwikkelen binnen de huidige, door technologie gedreven samenleving.

Deze routekaart is ontwikkeld voor basisschoolleerkrachten als hulpmiddel om de eerste stappen te zetten voor het integreren van CT in hun lessen.



Hoe?

Deze routekaart begint met een onderbouwing waarom het goed is om in het basisonderwijs aandacht te besteden aan het ontwikkelen van CT-vaardigheden (hoofdstuk 1). In hoofdstuk 2 worden de vier grondbeginselen van CT toegelicht. Daarna worden de eerste stappen om CT te introduceren in het basisonderwijs benoemd (hoofdstuk 3). Hoofdstuk 4 geeft richtlijnen voor het ontwerpen van je eigen activiteit, waaronder de basisprincipes en -competenties die kunnen worden ontwikkeld tijdens het werken aan CT. In het laatste hoofdstuk wordt meer informatie gegeven voor schoolleiders of -coördinatoren om hen te helpen CT op schoolniveau te integreren.



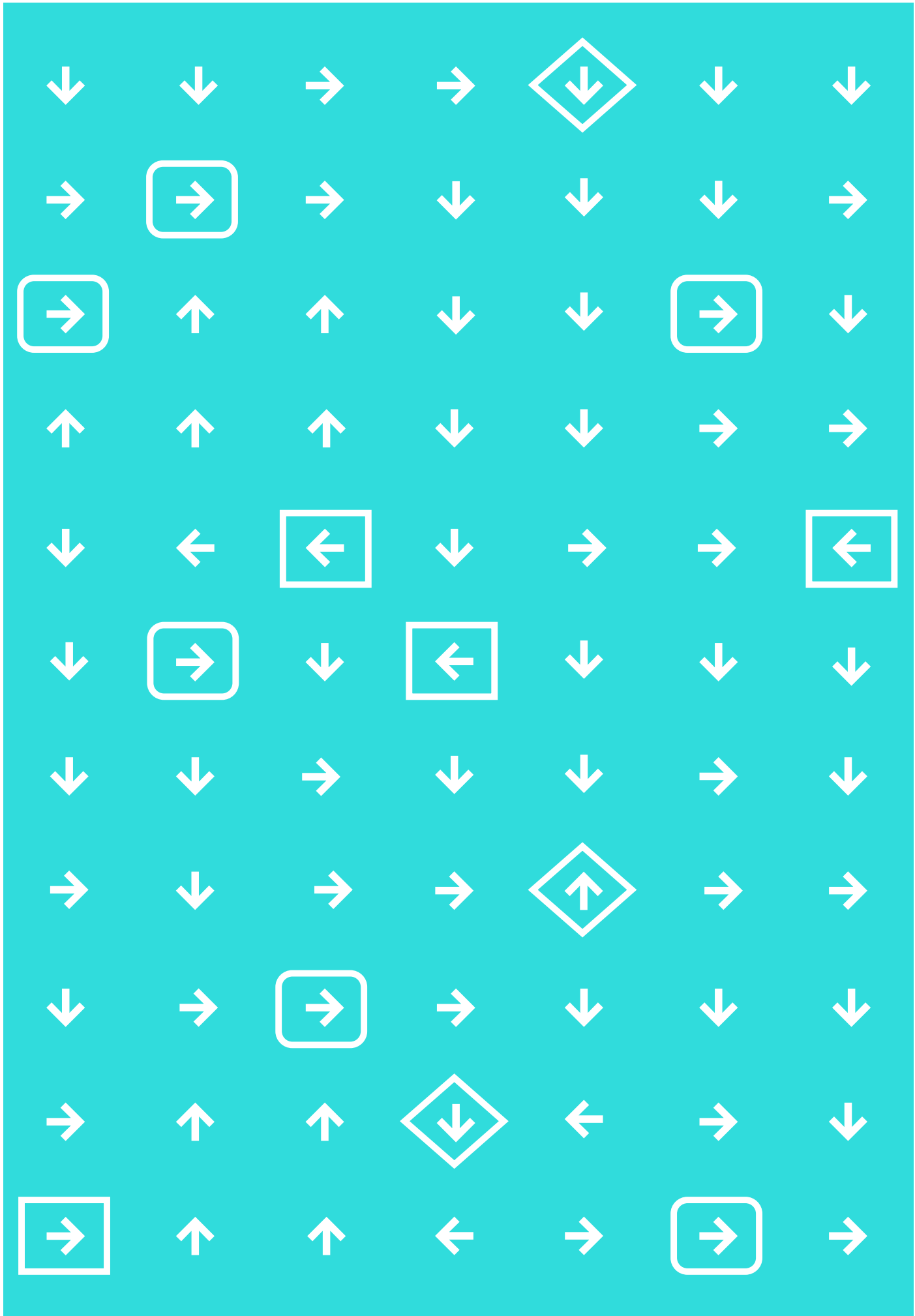
Curricula in Spanje, Curaçao en Nederland

Dit programma is ontwikkeld in drie landen. De belangrijkste referenties naar CT in het curriculum in deze 3 landen zijn verzameld (in het Engels), zodat scholen kunnen zien waarop dit programma is gebaseerd.

Hulpmiddelen

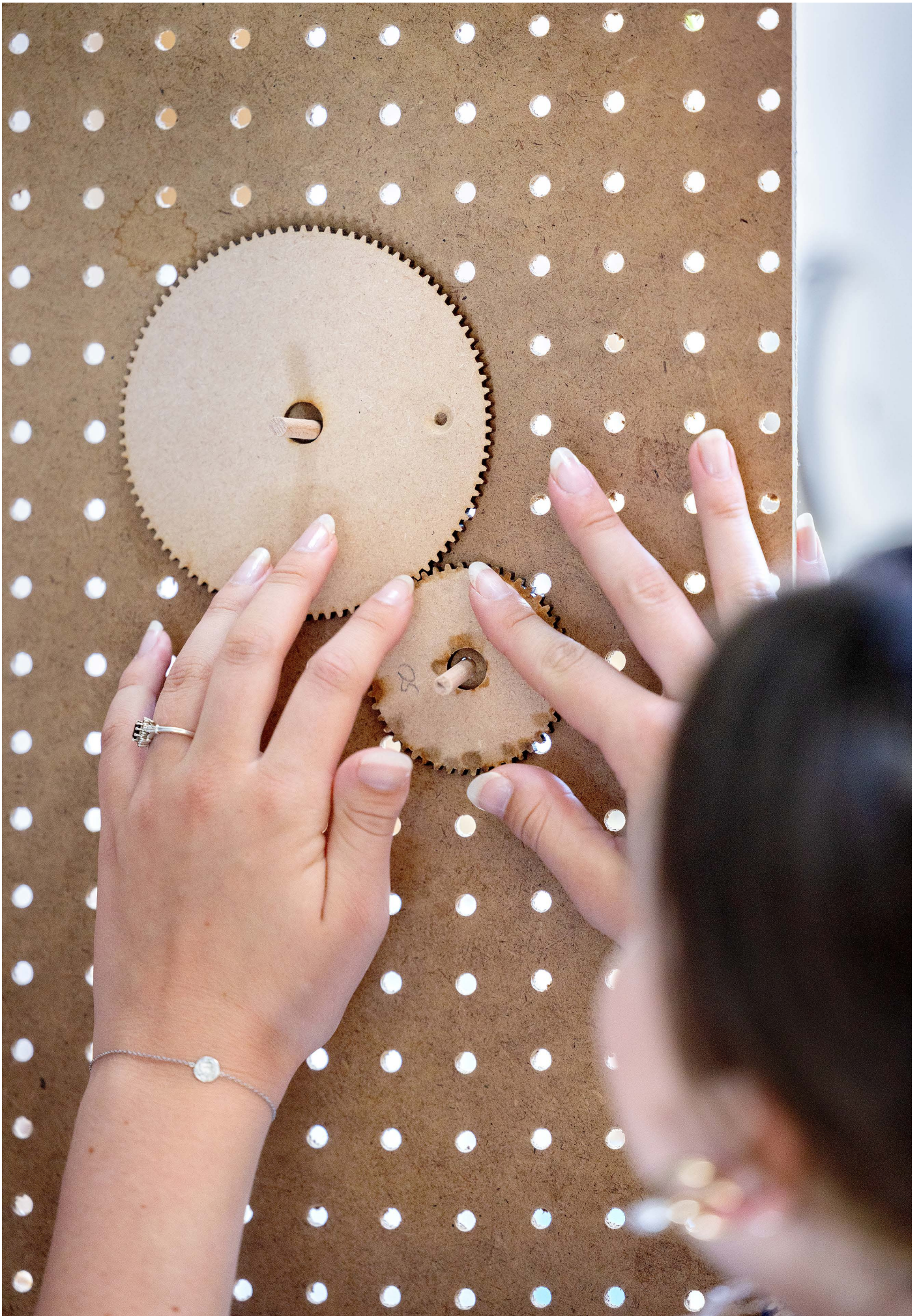
In aanvulling op deze routekaart zijn er twee andere hulpmiddelen ontwikkeld: een lijst met activiteiten van derden die door het consortium is samengesteld en een lijst met activiteiten waarmee je op verschillende niveaus aan de slag kan met CT in de klas.





Inhoud

Samenvatting	2
1. Waarom is computational thinking een belangrijke vaardigheid?	7
2. Wat is computational thinking?	8
3. Hoe kun je computational thinking gebruiken?	10
1. CT gebruiken op school	10
2. Inclusie bij CT	11
• Een brede doelgroep aanspreken	11
• Toegankelijkheid van de materialen	11
3. Integratie van CT in de klas	12
4. ROUTEKAART - Voor leerlingen van 6-12 jaar	12
4. Je eigen activiteiten ontwerpen	14
• Basisprincipes	14
• Startpunt voor het ontwikkelen van lessen	16
5. Didactische integratie van CT op schoolniveau	17
BIJLAGE I- Begrippenlijst	20
BIJLAGE II- connecting to the curriculum in Spain	21
BIJLAGE III- connecting to the curriculum in the Netherlands	23
BIJLAGE IV -connecting to the curriculum in Curaçao	24
Colofon	26



1.

Waarom is computational thinking een belangrijke vaardigheid?

Computational thinking wordt gezien als een belangrijke vaardigheid in het onderwijs en is opgenomen in de digitale agenda van de Europese Commissie als een essentiële digitale competentie voor de eenentwintigste eeuw. Een digitale competentie is een verzameling van kennis, gedrag en vaardigheden die je nodig hebt om ICT te gebruiken voor het uitvoeren van verschillende taken (bijvoorbeeld communiceren, problemen analyseren en problemen oplossen) op een effectieve, efficiënte, passende, flexibele of kritische manier. Eén van de opkomende trends in het onderwijs waar digitale competentie in geïntegreerd is of parallel aan loopt, is computational thinking (CT) en robotica. Samen met de bijbehorende concepten (code schrijven, programmeren, algoritmen) is CT een nieuwe vorm van digitale geletterdheid die noodzakelijk is om goed te kunnen functioneren in de eenentwintigste eeuw.

Deze routekaart laat leerkrachten kennismaken met CT, beschrijft de bijbehorende concepten en biedt ondersteuning bij de integratie van CT in het basisonderwijs. De routekaart wordt aangevuld met een uitgebreide lijst van activiteiten uit verschillende landen.

Daarnaast heeft het consortium eigen activiteiten ontwikkeld, die gebruikt kunnen worden om CT stap voor stap te introduceren en te integreren in de klas.



2.

Wat is computational thinking?

Computational Thinking (CT) is een set vaardigheden die helpt problemen op te lossen door stapsgewijze oplossingen voor te stellen die door een mens of door een computer kunnen worden uitgevoerd.

CT betekent niet dat je moet denken als een computer. In tegendeel: het betekent dat je in staat bent een computer te vertellen wat die moet doen om een probleem op te lossen.

De grondbeginselen van CT:

- **Decompositie / ontleden:** een complex probleem of systeem in kleinere componenten verdelen die makkelijker te begrijpen zijn. Je kunt een complexe en/of grote taak of data-verzameling (bijvoorbeeld een model van een leerling) opdelen in simpelere en kleinere taken (bijvoorbeeld persoonlijke gegevens en gegevens over de schoolvakken). Op die manier kun je parallel werken, taken nauwkeuriger definiëren en de deelresultaten van deze kleine taken controleren, enzovoort.

- **Patronen herkennen:** overeenkomsten tussen problemen of systemen vinden die ons in staat stellen eerdere oplossingen opnieuw te gebruiken. Door patronen in informatie te herkennen, kun je die efficiënter verwerken (dus kun je makkelijker bij de gegevens over de vakken van de leerlingen komen de naam van het vak, het aantal uur, de naam van de docent en het cijfer overeen).
- **Abstractie:** de essentiële en de niet-essentiële informatie scheiden, zodat details die niet relevant zijn voor het oplossen van het probleem of het begrijpen van het systeem kunnen worden genegeerd. Bij het voorbeeld van de vakken van de leerlingen, concentreer je je op de gemeenschappelijke kenmerken van alle leerlingen – dat wil zeggen, die kenmerken die de categorie leerling definiëren – en niet op individuele kenmerken.

- **Algoritmen:** een stapsgewijze oplossing voor het probleem ontwikkelen die gebruik kan maken van reeksen, loops en voorwaarden. Een typisch voorbeeld van een algoritme is een recept, dat bestaat uit een aantal stappen die systematisch moeten worden gevolgd om het gewenste eindresultaat te bereiken.

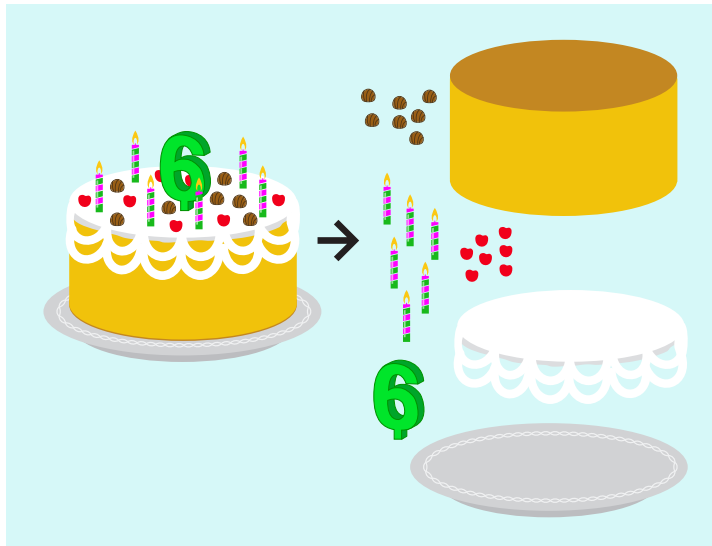
¹ In hoofdstuk 3 (pagina 6) vind je vier activiteiten die de vier grondbeginselen van CT introduceren en uitleggen op welke manier ze verband houden met CT.



Computational thinking

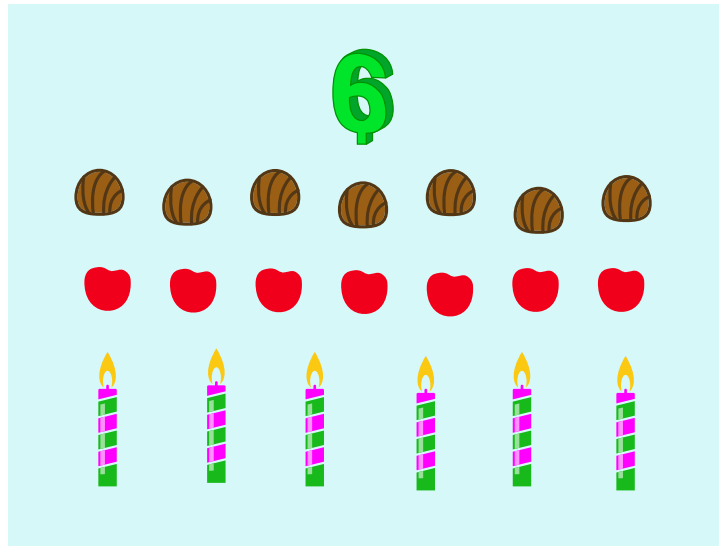
Decompositie

Een probleem opdelen in kleine stukjes



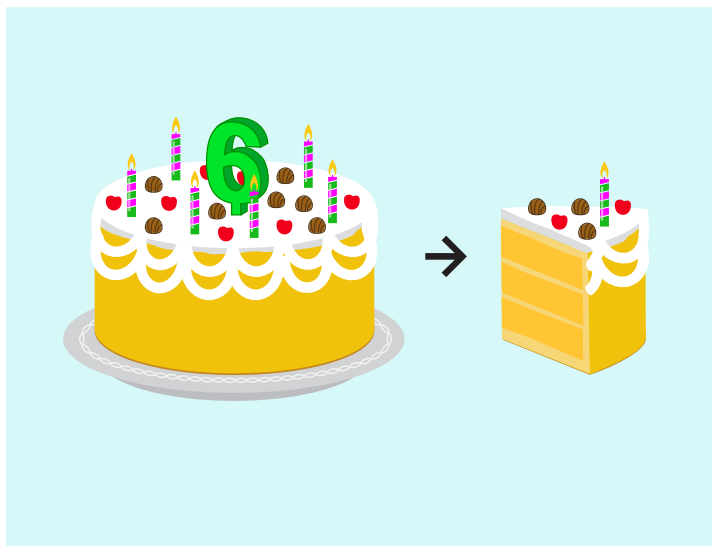
Patroonherkenning

Overeenkomsten en patronen herkennen



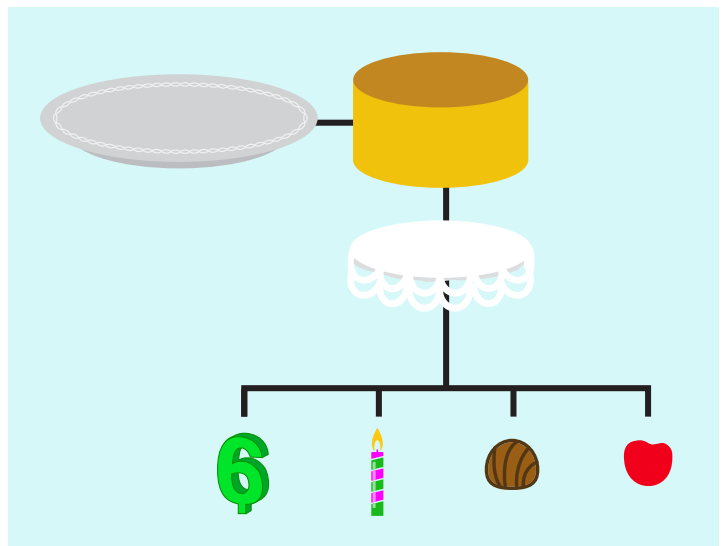
Abstractie

Onnodige informatie weglaten



Algoritmen

Stap voor stap instructies



3.

Hoe kun je computational thinking gebruiken?

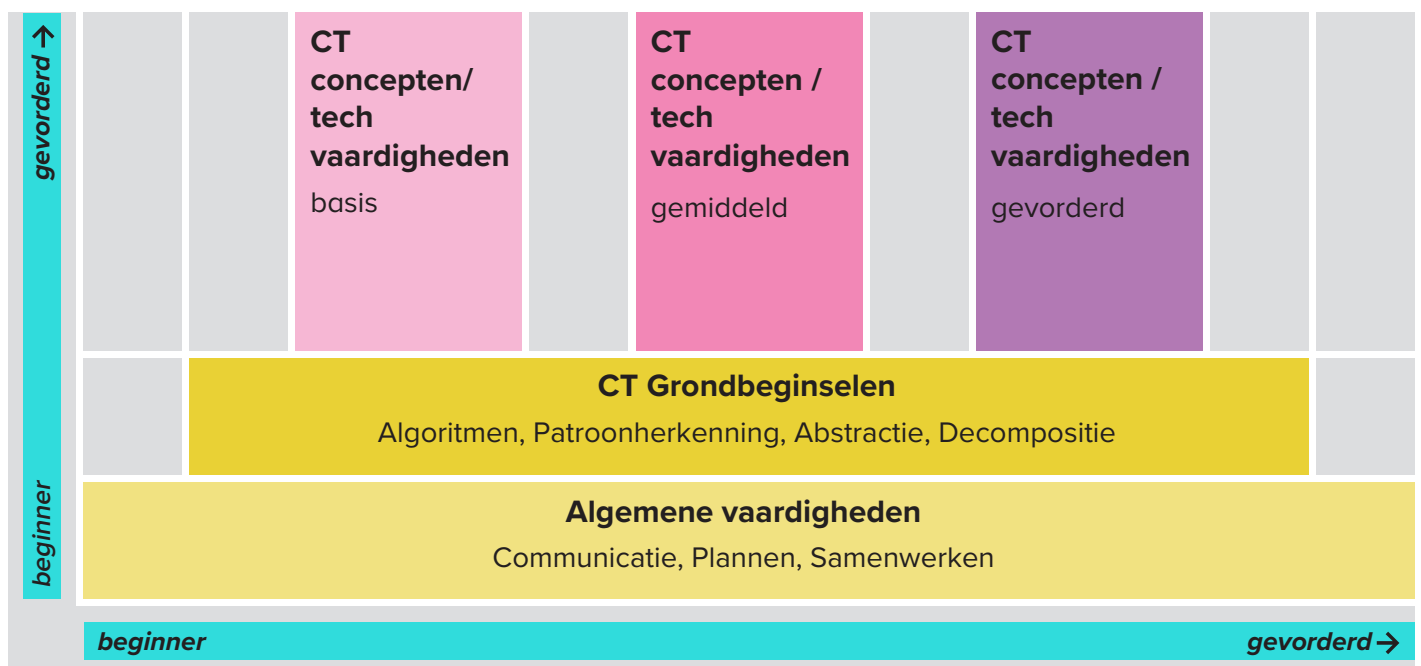
1. CT gebruiken op school

De vier grondbeginselen van CT kunnen worden onderverdeeld in kleinere concepten die makkelijker te begrijpen zijn. Om algoritmen te begrijpen en ermee te leren werken, moet je variabelen, reeksen, loops en voorwaarden begrijpen. Zowel deze concepten zelf als de inzichten

en de toepassingen ervan kunnen op basis van de moeilijkheidsgraad in verschillende niveaus worden gegroepeerd.

Maar het kennen van deze concepten is niet genoeg; voor het oplossen van de uitdagingen of problemen zijn ook andere, meer algemene vaardigheden nodig, zoals samenwerking, creativiteit, kritisch denkvermogen en communicatie.

De set aan vaardigheden binnen CT kun je geleidelijk opbouwen vanuit verschillende technologische concepten, algemene vaardigheden en de eerder genoemde vier grondbeginselen. Ook is het een leerproces waarbij je door veel te oefenen snel beter wordt.



Bij het ontwikkelen van CT ontdekken leerlingen vaardigheden en competenties die ze nodig hebben om uitdagingen en problemen op een specifieke manier op te lossen namelijk zoals computers dat doen. Daarom is het belangrijk om deze uitdagingen en projecten in verschillende contexten aan te bieden. Zo kunnen ze de geleerde vaardigheden in de praktijk brengen. Het gaat er hierbij niet om hoe een specifiek hulpmiddel (zoals Scratch of een robot) precies moet worden gebruikt, maar wel hoe deze hulpmiddelen kunnen worden ingezet om problemen op te lossen.

De gebruikte technologieën zijn niet het doel, maar het middel om het doel te bereiken. Het doel is de concepten, methoden, vaardigheden en hulpmiddelen in andere situaties te integreren.

Binnen het vakgebied van CT is programmeren een taal en robotica een instrument. Met interdisciplinaire projecten kan je beide gebruiken om problemen op te lossen. Op deze manier plaats je het vakgebied van CT in de context van betekenisvolle leerervaringen.

Om als leerkracht of als school tot dit punt te komen, kun je beginnen met het geven van losse lessen. Deze routekaart helpt hierbij door activiteiten op verschillende niveaus aan te bieden. Je kunt deze activiteiten inzetten in je dagelijkse lessen. Ook kun je interdisciplinaire projecten met een flexibele looptijd op zetten waarin diverse onderwerpen en concepten zijn geïntegreerd.

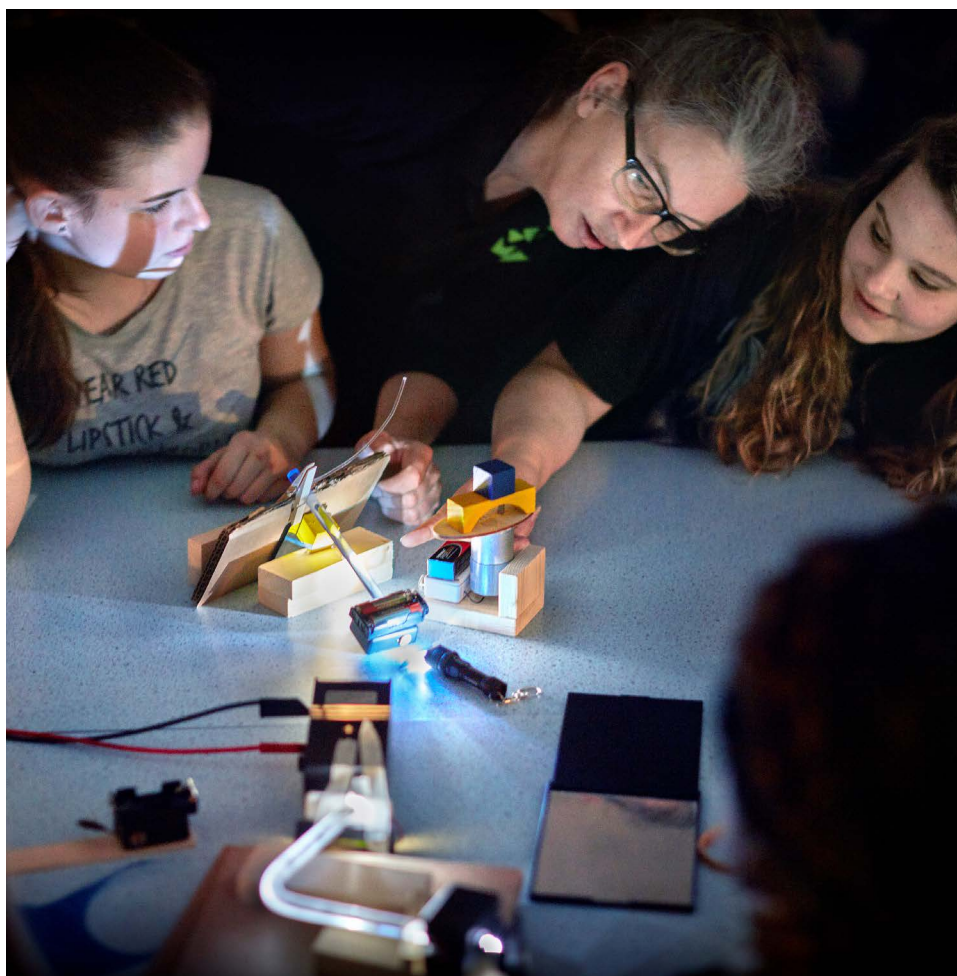
2. Inclusiviteit van CT

Een van de doelen van dit project is om de vaardigheden van CT makkelijker inzetbaar te maken voor in de klas. Hiervoor hebben we een routekaart en activiteiten voor in de klas ontwikkeld. De activiteiten zijn ontwikkeld voor een brede doelgroep en met gebruik van toegankelijke materialen.

■ **Een brede doelgroep aanspreken** De onderwerpen voor de lessen zijn gevarieerd, zowel wat betreft thema als vorm (van choreografie tot een race) om een grote groep leerlingen aan te spreken. De activiteiten zijn een combinatie van meer gesloten en open activiteiten, om ervoor te zorgen dat de leerlingen genoeg vrijheid hebben om zich de activiteit eigen te maken. Het geeft de leerlingen ook de mogelijkheid om te kiezen aan welk deel van de opdracht ze de meeste aandacht willen besteden. Dit geeft een gevoel van controle en, heel belangrijk, maakt de opdracht leuker om uit te voeren. Het geeft leerkrachten de gelegenheid om de lessen goed af te stemmen op de doelgroep.

■ Toegankelijkheid van de materialen

Het is belangrijk dat CT toegankelijk is voor alle scholen, ongeacht het budget dat een school heeft voor het aanschaffen van materialen. Er zijn geen dure materialen nodig om te beginnen met het gebruik van CT in de klas. Ook met een klein budget en met eenvoudig verkrijgbare materialen kun je offline met CT werken. Daarom zijn alle activiteiten rondom algemene vaardigheden en de grondbeginselen van CT zo ontwikkeld dat er geen computer of andere dure materialen voor nodig zijn. Deze activiteiten kunnen worden uitgevoerd met materialen die meestal al beschikbaar zijn op scholen. Voor de activiteiten over de concepten en technische vaardigheden hebben we versies met en zonder computer gemaakt.



Op die manier kunnen ook scholen en organisaties die geen toegang hebben tot computers of internet toch alle activiteiten in de klas uitvoeren.

De activiteiten waarbij gebruik wordt gemaakt van online software zijn allemaal open source en gratis toegankelijk. Voor de lessen waarbij apparatuur gebruikt wordt, is gezorgd dat deze altijd kan worden vervangen door eenvoudigere alternatieven..

3. Integratie van CT in de klas

CT wordt nog niet wereldwijd op school ingezet. Deze routekaart biedt een beknopte leidraad en de belangrijkste hulpmiddelen en activiteiten om de leerlingen kennis te laten maken met CT.

De routekaart geeft praktisch advies over hoe je kunt beginnen met het introduceren van CT binnen je school of organisatie, zowel door middel van op zichzelf staande activiteiten als op een meer duurzame manier.

Het is aan te raden om CT stapsgewijs te introduceren op school en in de klas.

Denk goed na over de doelstellingen, vaardigheden en inhoud waar je mee aan de slag wilt. Er zijn veel manieren om deze eerste stappen te zetten. De routekaart op de volgende bladzijde is zo ontworpen dat je activiteiten kunt kiezen die het best bij de situatie van jouw school of klas passen.

Begin bijvoorbeeld met een of meer activiteiten per schooljaar, evalueer deze en pas deze aan op basis van ervaringen en bereikte resultaten.

Voor scholen en organisaties die willen starten met meerdere korte op zichzelf staande activiteiten is een uitgebreide lijst samengesteld. Door zoektermen aan het bestand toe te voegen (kosten, taal, onderwerp, duur, enz.) is het zo eenvoudig mogelijk gemaakt om de activiteit te vinden die het best bij de doelstellingen van de school of de klas past. Hierdoor is de lijst, naast de uitgewerkte activiteiten uit de routekaart een handig uitgangspunt om op zoek te gaan naar lesmateriaal op het gebied van CT.

Voor scholen en organisaties die CT duurzaam willen implementeren, is een schema samengesteld met lessen die je kunt gebruiken om de basisvaardigheden aan te leren en te oefenen.

4. ROUTEKAART - Voor leerlingen van 6-12 jaar

Deze routekaart laat leerlingen stap voor stap kennismaken met CT en bouwt de moeilijkheidsgraad geleidelijk op:

1. De basis van CT is dat de leerling vertrouwd is met de **algemene vaardigheden**. In de activiteiten zijn voorbeelden opgenomen die je in je dagelijkse lessen kunt gebruiken.
2. Het is belangrijk dat de leerling naast de algemene vaardigheden ook kennismakt met de **grondbeginselen van CT**. Ook hiervoor zijn lessen opgenomen.
3. Zodra de leerling zowel de algemene vaardigheden als de grondbeginselen van CT onder de knie heeft, kun je gaan werken aan **programmeervaardigheden**. Er zijn zes creatieve activiteiten ontwikkeld om aan deze programmeervaardigheden te werken. Deze vormen een creatieve manier om CT te gebruiken binnen de lessen en activiteiten.

De activiteiten zijn zo ontworpen dat ze voor alle groepen van het basisonderwijs geschikt zijn. In de activiteiten worden steeds ingewikkelder concepten gebruikt. Zo wordt een breed scala aan CT-concepten en -vaardigheden ingezet. Bovendien kun je elke activiteit uit de uitgebreide lijst van activiteiten van derden gebruiken.



<i>Niveau leerling</i>	<i>Onderwerp</i>	<i>Titel</i>	<i>Omschrijving</i>	<i>Off / on-line</i>
Alle Niveaus	Algemene Vaardigheden	Algemene Vaardigheden	Korte activiteiten om algemene vaardigheden te oefenen die nodig zijn voor CT	Offline
	CT Grondbeginsel	Introductie Algoritmen	Wat is een algoritme en hoe kan je het gebruiken? Concepten: Algoritme, programmeren	
	CT Grondbeginsel	Introductie Patroonherkenning	Wat is het en hoe kan je patroonherkenning gebruiken ? Concepten: Sorteren, objecten, functies	
	CT Grondbeginsel	Introductie Abstractie	Wat is het en waarom is het belangrijk ? Concepten: programmeren, algoritmisch denken, Interface ontwerp, datastructuren	
	CT Grondbeginsel	Introductie Decompositie	Wat is het en waarom is het nodig? Concepten: algoritmen, logisch nadenken, datastructuren	
Beginner	Programmeren	Offline programmeren	Maak een dans en leer de basis van programmeren.	Offline
	Programmeren	Online Programmeren	Leer de basis van programmeren in online omgevingen.	Combinatie
Gemiddeld	Tinkering met CT	Roadrunner en Coyote	Zoek je weg door het doolhof, pas op dat de Coyote je niet vangt! Bedenk daarna je eigen doolhof programmeerspel	Offline
	Tinkering met CT	Zeg het met karton	Geburik de micro:bit (of andere technologie om een boodschap te verkondigen.	Combinatie
Expert	CT gebruiken in een project	Make X/Maak een lichtshow	Maak X, een format om CT in reguliere lessen te integreren. Inclusief twee voorbeelden van een Maak X les	Offline and online version
	Meerdere CT concepten en vaardigheden integreren.	CT Escape room!	Een escape room met CT-gerelateerde uitdagingen om op te lossen. De beloning is een algoritme gedreven voorstelling.	Combinatie

4.

Je eigen activiteiten ontwerpen

■ Basisprincipes

In dit hoofdstuk komen enkele belangrijke principes voor het integreren van CT in de klas aan bod. De bij deze routekaart geleverde activiteiten dienen als voorbeeld van hoe deze competenties kunnen worden ontwikkeld.

Interdisciplinariteit

CT bestaat uit een specifieke manier van denken, van problemen aanpakken en van informatie analyseren. Deze manier van denken kan in veel kennisgebieden worden toegepast. Het is daarom belangrijk dat leerlingen deze competenties interdisciplinair aangereikt krijgen en op verschillende momenten op school hiermee in aanraking komen en in de praktijk brengen.

Inclusiviteit

Het is belangrijk dat de uitdagingen, activiteiten en projecten rondom CT, gevarieerd zijn en aansluiten bij de verschillende interesses van leerlingen.



In robotica kun je bijvoorbeeld aansluiting zoeken bij de voorkeuren en interesses van leerlingen door inspiratie te putten uit kunst, muziek en theater in plaats van terug te vallen op de klassieke voorbeelden van motorvoertuigen.

CT speelt een rol in veel aspecten van ons leven en kan dus vanuit al deze perspectieven worden verkend, wat de nieuwsgierigheid van alle leerlingen kan opwekken.

Bij het inspelen op alle interesses van de leerlingen, is het van belang ook rekening te houden met de diversiteit van het leerlingenbestand. Leerlingen hebben verschillende leerrouines. In de activiteiten is het daarom belangrijk alternatieven aan te bieden die het voor iedereen mogelijk maken de doelstellingen te halen en hun kennis en competenties te ontwikkelen.

Empowerment

Leerlingen leven in een digitaal tijdperk waarin ze voortdurend worden blootgesteld aan informatie. Ze zijn niet alleen consumenten van informatie en inhoud, maar in veel gevallen ook makers van deze informatie. Leerlingen moeten in staat gesteld worden verantwoordelijke consumenten en makers te zijn, die zich bewust zijn van de impact van hun handelingen als ze technologie ontwikkelen (sociaal, economisch, ethisch) en zich competent en autonoom voelen om hun eigen inhoud te maken en eigen projecten te ontwikkelen.

Ook is het belangrijk om interactie tussen leerlingen aan te moedigen, waarbij elke leerling kan bijdragen en klasgenoten kan ondersteunen en waarbij de vaardigheden en kennis van elke leerling wordt gewaardeerd. Hier richt de leerkracht zich op het ondersteunen van het leerproces, het begeleiden en het faciliteren van kennis.

Inspirerend en motiverend

De uitdagingen en projecten die we aan de leerlingen presenteren moeten inspirerend zijn, hun nieuwsgierigheid wekken en hen enthousiast maken om te gaan verkennen en hun kennis uit te breiden.

Het is belangrijk te beginnen vanuit de eigen interesses van de leerlingen met echte uitdagingen die voor leerlingen relevant zijn. Dat helpt bij het ontdekken van nieuwe kennisgebieden en nieuwe vragen tegen te komen. De uitdagingen die in de klas aan de orde komen, vormen kansen voor onze leerlingen om nieuwe talenten te ontdekken.

Samenwerking

CT activiteiten kunnen het beste worden ontwikkeld in een omgeving waar leerlingen in groepjes aan een gemeenschappelijk doel werken. Bij het aanmoedigen van deze samenwerking is het belangrijk om verschillende rollen te definiëren



onder de leerlingen en die te laten rouleren, zodat elke leerling ervaring opdoet in verschillende rollen. Samenwerking in teams bevordert het werken vanuit een interdisciplinaire benadering waarbij alle leerlingen hun eigen ervaringen meebrengen en die nieuwe interesse ontwikkelen over facetten die hen het meest interesseren en motiveren. Deze benadering lijkt daarnaast ook sterk op de manier waarop professionele teams werken.

Leerecosysteem

Als je CT integreert in de klas, is het belangrijk om erover na te denken hoe dat te doen. Denk na over het leerecosysteem van de klas en of dit vanaf de grond moet worden opgebouwd of dat het systeem dat er al is getransformeerd kan worden of op enkele punten aangepast. Als het over het leerecosysteem gaat, is het ook belangrijk na te denken over de inhoud waaraan gewerkt wordt, de methodes die gebruikt worden, en de hulpmiddelen die nodig zijn. Dit zijn de drie pijlers waarop een passend leerecosysteem kan worden gebouwd voor leren van CT.

Implementatie van CT in de klas is een proces waarin de kennis in elke fase stukje bij beetje wordt opgebouwd en waarbij de vooruitgang vooral komt door veel te oefenen.

Bij het ontwikkelen van CT worden de leerlingen voorzien van vaardigheden en competenties die ze nodig hebben om uitdagingen en problemen op een specifieke manier te benaderen, namelijk zoals computers dat doen. Daarom is het belangrijk om uitdagingen en projecten in een groot aantal verschillende contexten aan te bieden waarmee de leerlingen deze vaardigheden in de praktijk kunnen brengen. Het gaat er bij het ontwikkelen van CT niet om hoe een specifiek hulpmiddel (zoals Scratch of een robot) precies moet worden gebruikt, maar veel meer om hoe deze

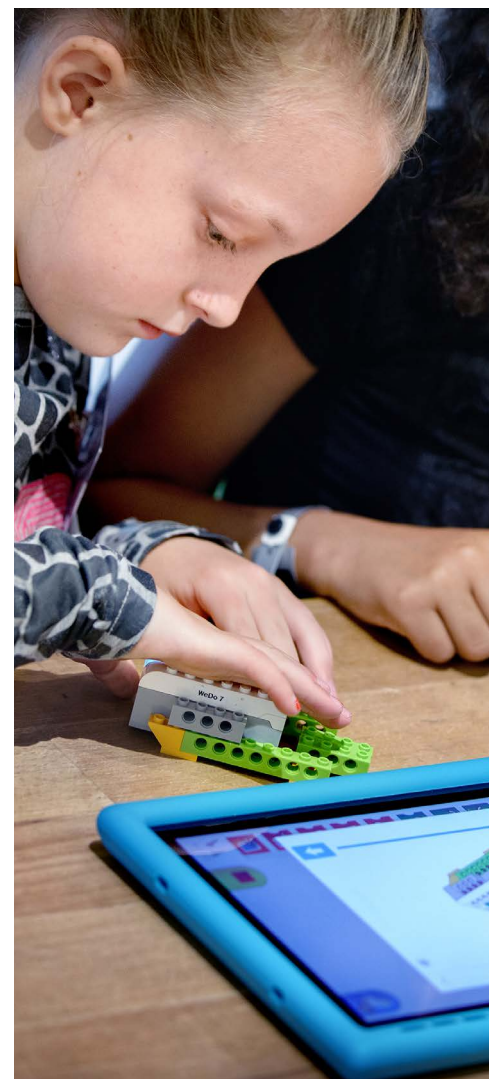
hulpmiddelen kunnen worden ingezet om problemen op te lossen. Technologieën zijn daarbij niet het doel, maar het middel om deze doelen te bereiken. De uiteindelijke doel is om de concepten, methodes en hulpmiddelen van CT binnen andere kennisgebieden te kunnen integreren.

Binnen het vakgebied van CT is programmeren een taal en robotica een instrument. Beide kun je gebruiken om problemen op te lossen. Door middel van interdisciplinaire projecten kun je aan de doelstellingen en de inhoud van het lesprogramma werken met behulp van zowel programmeren als robotica. Dat is een goede manier om het vakgebied van CT in de context van betekenisvolle leerervaringen te plaatsen.

Startpunt voor het ontwikkelen van lessen

Als je zelf lessen gaat het ontwikkelen is het belangrijk een aantal punten duidelijk te hebben. Onderstaande vragen zijn bedoeld om een duidelijker beeld te krijgen van de wensen en mogelijkheden met betrekking tot het integreren van CT in je lessen of op school:

- Welke leerkracht(en) wordt/worden erbij betrokken?
- Met welk(e) concept(en) kan ik beginnen? Kies hier een of meer concepten die op een natuurlijke manier in het lesprogramma te integreren zijn.
- Gaat het over een of meer onderwerpen?
- Hoeveel tijd trek ik uit voor deze activiteit?
- Hoeveel uur en/of hoeveel dagen of weken?
- Welke hulpmiddelen heb ik nodig en kan ik daar aankomen?



Het is belangrijk om hierbij in gedachten te houden dat er in veel gevallen een goedkope optie is om CT in je klas te integreren. Vaak wordt aangenomen dat hiervoor dure uitrusting of apparatuur nodig is, maar dat hoeft helemaal niet zo te zijn.

- Is er een activiteit waarop ik kan voortbouwen om aan het concept te werken? Welke aanpassingen zijn nodig? Begin met bestaande activiteiten en hulpmiddelen.
- Welke andere competenties wil ik graag ontwikkelen? Hoe kan ik die in de activiteit aan de orde laten komen?
- Hoe kan ik de activiteit evalueren? Hoe definieer ik de doelstellingen, de indicatoren en het proces?

5.

Didactische integratie van CT op schoolniveau

Voor de integratie van CT in de klas zijn verschillende benaderingen mogelijk. Idealiter wordt de integratie van CT op schoolniveau ontworpen, zodat de leerdoelen op verschillende niveaus zijn gedefinieerd en er een verdiepend leerpad is. Als dat op dit moment niet mogelijk is, dan zijn individuele initiatieven een goede eerste stap. Uiteindelijk vereist een grondig en duurzaam begrip van CT tijd en integratie met andere disciplines.

Voor de integratie van CT op schoolniveau moet zorgvuldig worden nagedacht over de kenmerken van de school (leerkrachten, gemeenschap, grootte, omgeving, uitrusting, enzovoort), de behoeften van de school en de doelstellingen die worden nagestreefd. Dit leidt tot een realistische en goed afgestemde invoering van CT op school.

Op de volgende bladzijde presenteren we een aantal belangrijke punten waarmee rekening kan worden gehouden bij het ontwerpen van een schoolplan en de vragen waarover scholen zich kunnen buigen als ze CT op schoolniveau willen integreren.



HET BEREIK:

Specifiek vak of integratie binnen bestaande vakken? Op welk onderwijsniveau? Hoeveel groepen per niveau? Hoeveel leerlingen per klas?

Een belangrijke beslissing die moet worden genomen, is of er wordt gekozen voor integratie binnen bestaande vakken of het ontwikkelen van een apart vak CT.

Voor beide opties valt iets te zeggen. De beste manier om te beginnen is vaak het ontwikkelen van een apart vak waarmee de leerlingen de basisvaardigheden en -kennis van CT kunnen aanleren, voordat wordt gekozen voor een meer transversale integratie door specifieke doelstellingen voor de verschillende vakken vast te stellen.

Idealiter is de integratie van CT gericht op dit meer transversale perspectief. Het uiteindelijke doel is dat de leerlingen op een interdisciplinaire manier CT-

vaardigheden opdoen en leren deze vaardigheden in praktijk te brengen in de verschillende disciplines.

Het is ook belangrijk om te bepalen op welke onderwijsniveaus en in welke vakken CT ingevoerd gaat worden. Een aanpak voor alle niveaus, van groep 1 tot de middelbare school is wenselijk. Dat betekent dat er voor elke fase leerdoelen moeten worden gedefinieerd om zeker te zijn van voortgang en verbinding over alle schooljaren heen.

Door hierover na te denken, kun je bepalen hoeveel leerlingen er ongeveer deelnemen. Dit is belangrijk om te specificeren welke hulpmiddelen er nodig zijn.

DE LEERKRACHTEN:

Hoeveel leerkrachten willen we hierbij betrekken? Moeten er coördinatoren of andere leidinggevenden bij worden betrokken? Hebben de leerkrachten al een training op dit gebied gevolgd? Hebben ze die nodig?

Leerkrachten zijn essentieel om een effectieve integratie van CT binnen de school te garanderen. Leerkrachten moeten hiervoor de noodzakelijke kennis en vaardigheden hebben. Als ze die niet hebben, dan is het belangrijk dat ze training aangeboden krijgen. Dat betekent dat in het integratieplan de investering opgenomen moet worden om leerkrachten te trainen (uren, budget) voordat nagedacht wordt over de investering in technologie.

De ontwikkeling van een stapsgewijs trainingsprogramma is een goede manier om dit te implementeren. Als eerste kan een groep gemotiveerde leerkrachten worden getraind (CT-ambassadeurs). In een tweede fase kan een grotere groep leerkrachten worden getraind, waarbij de CT-ambassadeurs ondersteuning bieden. Dit zijn de belangrijkste personen bij de integratie van CT op schoolniveau. Hun kennis en motivatie kan als basis dienen voor het formuleren van doelstellingen voor de verschillende vakken en het coördineren van de activiteiten. Naast training hebben de leerkrachten die verantwoordelijk zijn voor het ontwerpen van het programma ook uren nodig om hieraan te werken.

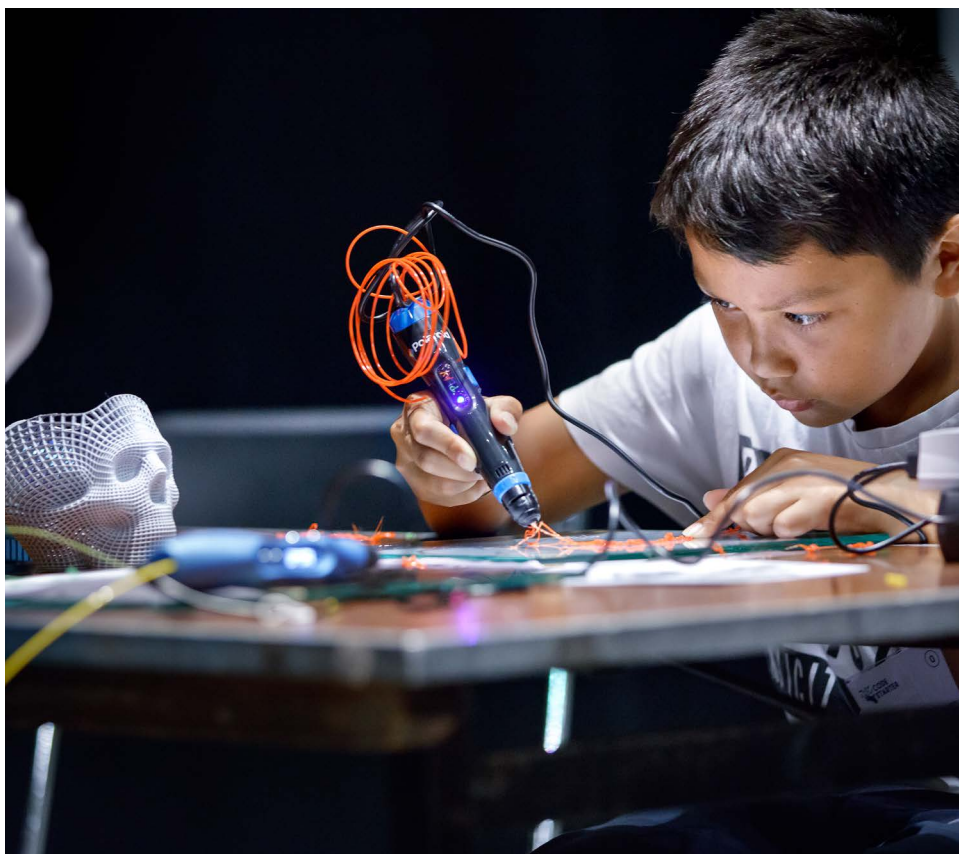
DE HULPMIDDELEN:

Hebben we een computerruimte of heeft elke leerling een eigen laptop? Welke apparaten hebben we (computers, tablets, mobiele telefoons, enzovoort) en hoeveel hebben we er? Wat zijn de specificaties ervan? Hebben we een stabiele internetverbinding? Hebben we nog nieuwe technologie nodig?

Voordat geld geïnvesteerd wordt in nieuwe apparatuur en andere hulpmiddelen, moet de apparatuur die



op school aanwezig is en de concrete behoeften voor het integreren van CT geanalyseerd worden. Het is belangrijk om te weten in hoeverre de apparatuur op school geschikt is voor de technologieën waarin de school geïnteresseerd is. Kunnen er programma's worden geïnstalleerd op computers in de klas, of moet er online gewerkt worden? Is de internetverbinding stabiel genoeg om online te werken? Hebben de computers een Bluetooth-verbinding nodig om met de hulpmiddelen te kunnen werken? Op basis van de antwoorden op deze vragen kan de school beslissingen nemen over investeringen in apparatuur en hulpmiddelen. Overweeg eerst bordspellen en CT zonder apparatuur, want dit zijn vaak uitstekende opties voor veel van de activiteiten in de klas.



RUIMTE:

Wat voor ruimte is er beschikbaar op school? Hoe zijn de meubels (tafels, stoelen enzovoort) op dit moment geplaatst? Kunnen de meubels worden verplaatst? Zijn ze op verschillende manieren te groeperen?

Aangezien activiteiten op het gebied van CT zeer uiteenlopend zijn en verschillende doelen hebben, is het belangrijk dat in de lokalen die op school gebruikt worden de tafels kunnen worden verplaatst. Zo kunnen de leerlingen individueel werken met hun computers en ook in kleine groepjes. Ook belangrijk is dat de leerlingen de apparatuur kunnen opladen terwijl zij bezig zijn.

TECHNOLOGIE:

Hoe is de apparatuur verdeeld over de verschillende groepen? Wat zijn de regels voor het gebruik van de apparatuur?

Als robotica geïntegreerd wordt, moet er ook nagedacht worden hoeveel leerlingen in de klas zitten, hoeveel sets voor elke klas beschikbaar zijn en of de leerlingen in tweetallen gaan werken of in groepjes. Ook moet er worden nagedacht of dezelfde set door verschillende klassen kan worden gedeeld. Sommige technologie moet in elkaar worden gezet en kan niet tussen de lessen door uit elkaar worden gehaald, waardoor deze moeilijk te delen is.

In zo'n geval kan het een oplossing zijn om verschillende klassen in verschillende perioden met de materialen te laten werken.

Het is ook belangrijk om regels voor het gebruik en onderhoud van het materiaal te definiëren, zodat regelmatig wordt gecontroleerd of het materiaal nog in goede staat is. Dat kan gedaan worden door leerlingen verantwoordelijk te maken voor het onderhoud van het materiaal, waarbij die verantwoordelijkheid rouleert om het eerlijk te houden.

INTEGRATIEPLAN:

Wat voor tijdspanne trekken we uit voor het ontwerpen van de integratie van CT binnen de school? Wat zijn onze prioriteiten in elke fase van het integratieplan?

Een duurzame integratie van CT op schoolniveau kan niet op korte termijn worden bereikt. Daarom is het belangrijk de tijd te nemen om een plan te maken met verschillende doelstellingen voor elk jaar of elke fase. Binnen dit integratieplan kunnen verschillende doelstellingen worden geformuleerd voor de verschillende onderwijsfasen en leerdoelen, training van leerkrachten en investering in hulpmiddelen.

In de beginfasen van de integratie kan begonnen worden met het aanleren van vaardigheden op het gebied van algoritmen en programmeertalen en in de latere fasen de doelstellingen met betrekking tot robotica en het definiëren van het prototype ontwerp.



Bijlage I - BEGRIPPENLIJST

- **Algoritme:** een proces of set regels die gevolgd moeten worden in berekeningen of andere probleemoplossende taken, specifiek door een computer
- **Algoritmisch denken:** een set stappen maken en deze in een specifieke volgorde volgen om een probleem op te lossen of een taak uit te voeren zodat deze herhaalt kan worden door anderen (via algoritme).
- **Binaire code:** een programmeersysteem dat binaire getallen 0 en 1 gebruikt om een letter, getal of ander teken in een computer te representeren.
- **Klasse:** in object georiënteerd programmeren is een klasse een uitbreidbare sjabloon om objecten te maken.
- **Conditie:** condities zijn verklaringen (vragen) die resulteren in de waarde waar of onwaar. Het is een stap in een algoritme waarbij een beslissing wordt genomen.
- **Constante:** naam voor geheugen waarvan de waarde niet kan wijzigen terwijl een programma draait.
- **Data type:** is een classificatie die specificiert welk type waarde een variabele heeft; een eigenschap van een stuk data dat een computer vertelt hoe de waarde ervan moet worden geïnterpreteerd.
- **Debugging:** het identificatie- en verwijderproces van fouten in computerhardware of -software.
- **Interactief:** verwijst naar software die input van mensen accepteert en erop reageert.
- **Electronica:** de tak van natuurkunde en technologie die zich bezighoudt met het ontwerpen van circuits van transistors en microchips; apparaten die gebruikmaken van onder andere transistors en microchips.
- **Event:** een actie die kan worden geïdentificeerd door een programma en die van belang is voor hardware of -software. Gebeurtenissen kunnen door de gebruiker worden gegenereerd, zoals toetsaanslagen en muisklikken, of door het systeem, zoals het laden van programma's, onvoldoende geheugen en fouten.
- **Functie:** een blok georganiseerde, herbruikbare code dat wordt gebruikt om een enkele gerelateerde actie uit te voeren. Functies bieden een betere modulariteit voor een toepassing en een hoger hergebruik van code.
- **Lijst:** een abstract gegevenstype dat een eindig aantal geordende waarden vertegenwoordigt.
- **Loop:** een reeks instructies die voortdurend worden herhaald totdat een bepaalde voorwaarde is bereikt.
- **Object:** bij objectgeoriënteerd programmeren is een object een instantie van een bepaalde klasse met de methoden en gegevensvariabelen van de klasse.
- **Patroonherkenning:** het automatisch herkennen van patronen en regelmatigheden in data.
- **Procedure:** een klein onderdeel van een programma dat een specifieke taak uitvoert.
- **Computer Programmeren:** het schrijven van code om specifieke acties in een applicatie of programma te versimpelen en te vertellen hoe het moet uitgevoerd.
- **Robotica:** een vak dat zich bezighoudt met het bedenken, ontwerpen, vervaardigen en bedienen van robots. Het doel van robotica is het ontwerpen van machines die mensen kunnen helpen en assisteren.
- **Sorteren:** gegevens op een stijgende of dalende manier ordenen volgens een lineaire relatie tussen de gegevensitems.
- **Sensor:** een apparaat dat een soort invoer uit de fysieke omgeving detecteert en erop reageert. Deze input kan licht, warmte, beweging, vocht, druk of een aantal andere omgevingsverschijnselen zijn.
- **Variabele:** een waarde die kan veranderen, afhankelijk van de voorwaarden of instructies die in een programma worden uitgevoerd.



Bijlage II - connecting to the curriculum in Spain

Development of computational thinking within the Spanish curriculum

The Spanish education system currently includes the development of Computational Thinking (CT) from the early childhood stage and defines objectives across all the following stages of education. More specifically, in the primary education curriculum the Spanish education system promotes the development of CT through the areas of science and mathematics.

The LOMLOE law (January 2021) proposes a competency-based and transversal learning model in which

ICT plays a crucially important role. In the case of primary education, the section on digital competences includes the creation of digital content and aspects related to programming and CT; specifically, at the end of this stage, one of the things students should be able to do is “develop simple computer applications and creative and sustainable technological solutions to solve specific problems or respond to proposed challenges in a creative way”, which is why block programming and educational robotics should be included within the classroom.

Specific competences and basic knowledge related to CT have been included both in the area of knowledge of the natural, social, and cultural

environment (Science) and in the area of mathematics. Therefore, in the classes within these two areas, throughout the three cycles of primary school, pupils will learn to solve problems through interdisciplinary projects, using design thinking and CT, in order to cooperatively generate a creative and innovative product that responds to specific needs. They will also learn to use CT by organising data, breaking it down into its constitutive parts, recognising patterns, generalising, and interpreting, modifying and creating algorithms in a guided way to model and automate everyday situations.

KNOWLEDGE OF THE NATURAL, SOCIAL AND CULTURAL ENVIRONMENT (SCIENCE)

FIRST CYCLE
6-8

SECOND CYCLE
9-10

THIRD CYCLE
11-12

Specific Competence: Solve problems through interdisciplinary projects, using design thinking and CT, in order to cooperatively generate a creative and innovative product that responds to specific needs.

Phases of design projects:

Identification of needs, design, prototyping and testing, evaluation, and communication.

Phases of design projects:

Identification of needs, design, prototyping and testing, evaluation, and communication.

Phases of computational thinking

(decomposition of a task into simpler components, pattern recognition and creation of simple steps for problem solving...).

Introduction to programming:

Analogue and digital resources adapted to the pupils’ reading level (digital platforms for introduction to programming, educational robotics, etc.).

Introduction to programming:

Digital resources: digital platforms for beginners to programming.

Programming by blocks,

sensors, motors, simulators, 3D printers... to complete the project.

MATHEMATICS

FIRST CYCLE 6-8	SECOND CYCLE 9-10	THIRD CYCLE 11-12
Specific competence: Describe simple routines and activities of everyday life that are carried out in a step-by-step manner, using basic principles of CT in a guided way.	Specific competence: Automate simple everyday situations that are either carried out step-by-step or follow a routine using basic principles of CT in a guided way.	Specific competence: Model everyday situations using basic principles of CT in a step-by-step manner.
Patterns: Strategies for identification, oral description.	Patterns: Identification, verbal description, representation, and prediction.	Patterns: Strategies for identification, representation, and prediction. Creation of recurring patterns.
	Introduction to programming: digital platforms.	
Computational thinking: Strategies for the interpretation of simple algorithms (routines, instructions with ordered steps...).	Computational thinking: Strategies for the interpretation and modification of simple algorithms (game rules, sequential instructions, loops, repetitive patterns, block programming, educational robotics...).	Computational thinking: Strategies for the interpretation, modification, and creation of simple algorithms (sequences of ordered steps, diagrams, simulations, repetitive patterns, loops, nested and conditional instructions, computational representations, block programming, educational robotics...).



Bijlage III - connecting to the curriculum in the Netherlands

Computational thinking within the Dutch education system

Dutch education system

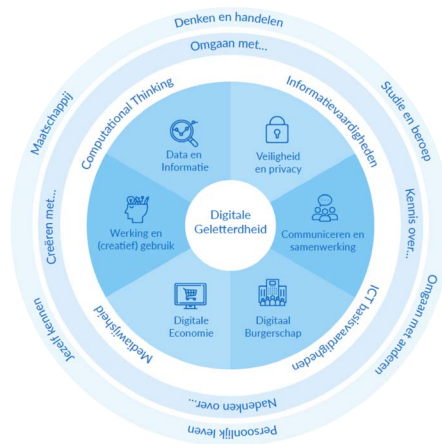
The curriculum of schools in the Netherlands has been determined by a set of key objectives since 1993 (albeit with some minor changes over the years). The contents of these key objectives are not precisely defined, which gives schools considerable freedom over the content of their curriculum. Some schools need more guidance, and therefore the SLO (the national expertise centre for the curriculum) provides examples of the key objectives.

A new curriculum

Computational Thinking (CT) is neither mentioned nor referred to specifically in the key objectives. This is going to change, however, as between 2019 and 2021 Curriculum.nu made a proposal for a new curriculum. In this proposal, digital literacy is identified as one of the key learning areas of the new curriculum. From 2021 to 2024, the proposal will be researched in order to come up with a draft of the new core objectives in the summer of 2023. After this, these draft targets will be tested in practice.

CT and the Key objectives

Although it will take some time before digital literacy officially becomes part of the curriculum, there is already substantial information about what this will look like in practice, as many



organisations and schools are already consciously working on it. CT will be one of the four main domains of digital literacy, along with the following domains:

- ICT-skills
- (Social) Media Literacy
- Information Literacy
- Computational Thinking

SLO has also created a learning pathway for digital literacy as well as one specifically for CT.

Current use of CT within schools

Despite not yet being an official part of the curriculum, there is a general awareness (in education, business, and government) in the Netherlands regarding the importance of CT. The vision on using CT (mainly programming) within education received a significant boost in 2015 when the CodePact initiative was started by the Dutch government. As a result of this initiative, many projects, materials, websites and organisations are available on the topic of CT. Despite this extensive support and widespread recognition of the urgency

for digital literacy and CT, the survey Digital Literacy Monitor in Primary Education shows that the focus on digital literacy in teaching programmes is still largely ad hoc. For example, less than a quarter (24%) of primary school teachers work with defined learning objectives for digital literacy, while the majority (58%) do not use a learning pathway or learning objectives at all when it comes to making their pupils digitally literate.

It is our hope that this project can support teachers and schools by providing a roadmap and extensive list that makes the information that is already available easier to find and more accessible.

Useful links:

SLO: Leerlijn Computational thinking <https://www.slo.nl/@5695/computational/>

SLO: Digitale geletterdheid. <https://www.slo.nl/sectoren/po/digitale-geletterdheid-po/digitale-geletterdheid-po/>

Kennisnet: Workshop Computational Thinking: https://maken.wikiwijs.nl/70012/Workshop_Computational_thinking

Kennisnet: Leerlijn programmeren in het onderwijs: https://maken.wikiwijs.nl/74282/Programmeren_in_het_PO#!page-1843082

<https://ecp.nl/wp-content/uploads/2021/11/DUO-OO-20211177-Infographic-digitale-geletterdheid-PO-10.pdf>



Bijlage IV - connecting to the curriculum in Curaçao

Current situation concerning the integration of Computational thinking within schools in Curaçao (April 2022)

Much like other countries, Curaçao also has its fair share of challenges to overcome with respect to Computational Thinking (CT). The main issue to overcome is the correct and synchronised interpretation and application of science and technology within the schooling system as a whole. A general method needs to be presented from the governmental organisation if the potential of CT is to be achieved. Other obstacles to be overcome pertain to the lack of devices, outdated software and an internet connection that is either unstable or fails to reach classrooms. While teachers' hearts are in the right place, they are in urgent need of guidance, resources and parental support (where possible) to achieve the general goal of implementing CT.

With regard to CT specifically, the current legislation is incredibly vague and refers mostly to the use of computers and the need to digitise the educational system. Both the interpretation and implementation of CT is left to the school boards, of which Curaçao has nine. Each school teaches subjects based on their curriculum and learning objectives and of course the implementation is strongly dependent on the available finances.

Solutions for implementation

CT must be integrated within the school curriculum. When implementing CT within schools, it has to be done with no restrictions. One way to start the process is to explore daily routines, customs, traditions, culture, behaviour and games. Students should experiment by building and creating things with their hands that they are interested in, while science and technology should be encouraged by tinkering.

Alongside the development of these activities, it is important to train teachers to become at ease with CT.

In a small country such as Curaçao, promotion of what is developed and ready to use is of critical importance. Curaçao already celebrates a science technology and art day, which could also be used to promote the implementation of CT.

Furthermore, it is important to make use of creations that can be useful for the community, draw attention to programmes of science and technology that can be sustainable and implore the government to subsidise the teaching of Science, technology and art within schools in Curaçao.

OUTCOME OF THE INTERVIEWS

To gain insight into both the level of comprehension and use of CT within primary schools in Curaçao, we

conducted interviews in combination with questionnaires, in addition to examining the Education Legislation of the island and the school curriculum. A small percentage of schools within so-called "less fortunate" areas were selected to take part in the interviews. The rationale for this selection was that they were the target group who would later experience the activities that would be developed during the CT Primed project.

Interviews:

Eight teachers from 3 different schools and two head teachers were interviewed and completed a questionnaire.

Target group

For this project, Tinkersjòp targeted students aged 6 to 12 years old, who came from a socio-economically deprived background.

Given that their primary guidance comes from primary school teachers, these teachers were also included in our target group.

The most recurring responses from the interviewees were:

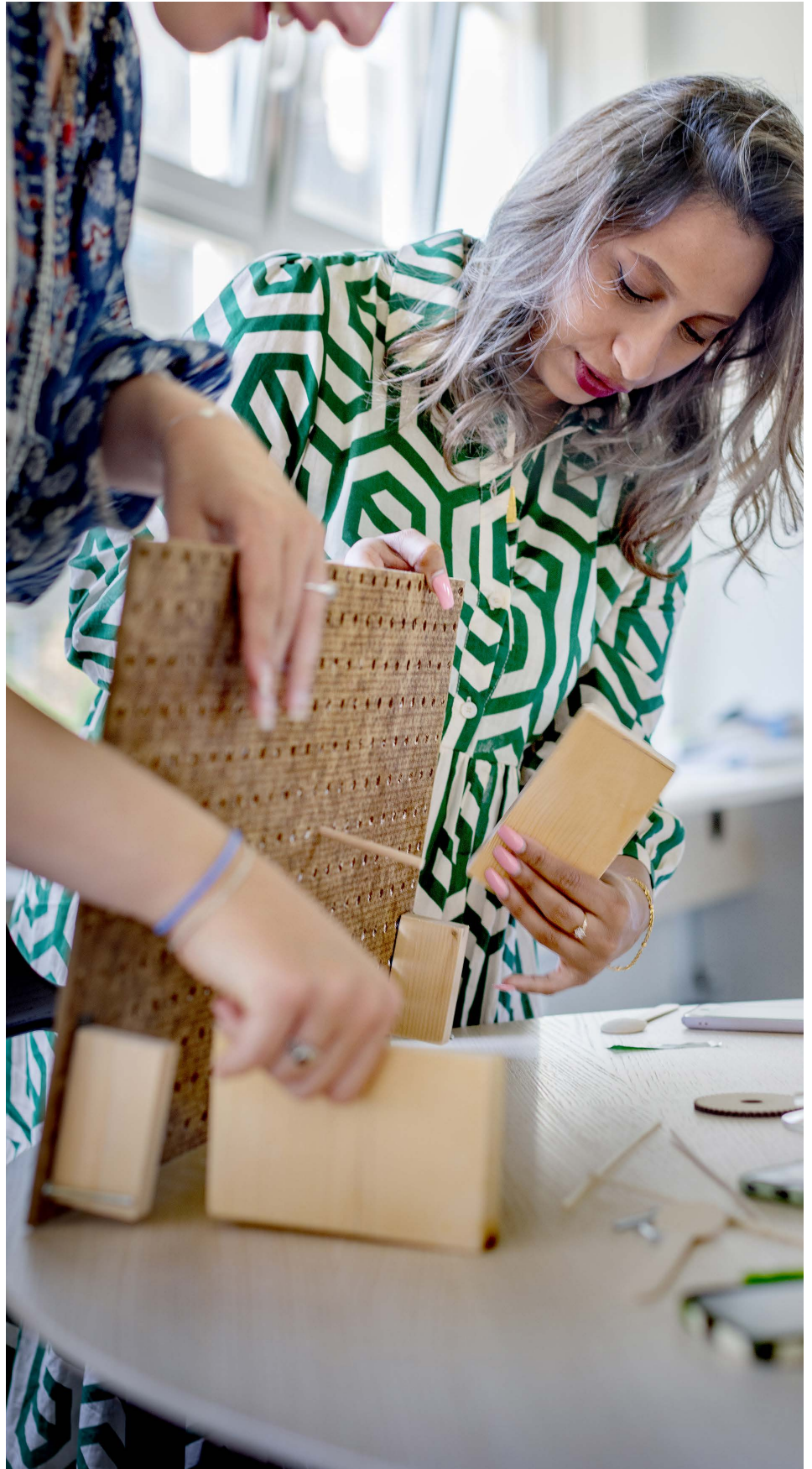
Much like other countries, Curaçao also has its fair share of challenges to overcome with respect to Computational Thinking (CT). The main issue to overcome is the correct and synchronised interpretation and application of science and technology within the schooling system as a whole. A general method needs to be presented from the governmental

organisation if the potential of CT is to be achieved. Other obstacles to be overcome pertain to the lack of devices, outdated software and an internet connection that is either unstable or fails to reach classrooms. While teachers' hearts are in the right place, they are in urgent need of guidance, resources and parental support (where possible) to achieve the general goal of implementing CT.

Tinkersjòp did not want to solely draw attention to problems, but rather also wished to contribute to solutions, ideas and measures to reach both our target group and Curaçao society more broadly. To this end, they provide the following recommendations.

- CT has to be integrated within the school curriculum
- The implementation of CT within schools has to be done with no restrictions (drempeelloos)
- Explore daily routines, customs, traditions, culture, behaviour and games in Curaçao
- Experiment by having students build and create things with their hands that they are interested in
- Encourage science and technology by tinkering
- The next step is to connect the tangible with the digital world by encoding
- Train teachers/trainers in Curaçao simultaneously along with the creation process
- Showcase to the country what has been achieved through promotional events and contests
- Tinkersjòp should go into the neighbourhoods to reach children
- Make use of creations that can be useful for the wider community
- Develop science and technology programmes that are sustainable
- Reach out to the government to establish a Science, technology and art school in Curaçao

- Create a science, technology and art day that is celebrated all across Curaçao (an official date has yet to be determined for this)





© CTPrimED

This publication is a product of CTPrimED (2021-1-NL01-KA210-SCH-000031319), which was funded with support from the Erasmus+ Programme of the European Union. This publication solely reflects the views of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Project Coordinator

NEMO Science Museum, The Netherlands

Partners

Universidad de la Iglesia de Deusto Entidad Religiosa, Spain
Stichting Children's Science Museum Curaçao, Curaçao

Photos

Digidaan

Design

Logo and website: Studio Kabritu, Amsterdam
Design roadmap: NEMO Science Museum



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Deusto

Universidad de Deusto

