

Challenge-based learning voor Leven Lang Ontwikkelen van individu, organisatie en maatschappij

Onderdeel van het kennisinvesteringsprogramma
“Labour Market Innovation”

TNO 2024 R12580 – 13 december 2024

Challenge-based learning voor Leven Lang Ontwikkelen van individu, organisatie en maatschappij

Onderdeel van het kennisinvesteringsprogramma
“Labour Market Innovation”

Auteurs	Lilian Woudstra Daniëlle Bruel Noëla Hantschel Linda Koopmans
Rubricering rapport	TNO Public
Aantal pagina's	32 (excl. voor- en achterblad)
Aantal bijlagen	1
Projectnummer	060.59632/01.02

Alle rechten voorbehouden

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

© 2024 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Methode.....	4
1.2	Leeswijzer.....	5
2	Wat is Challenge-based learning?.....	6
2.1	CBL: een definitie	6
2.2	Onderscheidende kenmerken van CBL.....	7
2.3	Educatieve visie achter CBL.....	9
3	Effecten van CBL voor LLO op individueel, organisatie en maatschappelijk niveau	10
3.1	LLO op individueel niveau.....	10
3.2	LLO op organisatieniveau	12
3.3	LLO op maatschappelijk niveau.....	14
4	Naar een bredere benutting van CBL voor LLO.....	16
4.1	Verschillen tussen CBL en gerelateerde leervormen.....	16
4.2	Integraal model vanuit LLO-perspectief.....	19
4.3	Conclusie.....	22
	References.....	24
	Bijlage A	28
	Tabellen hoofdstuk twee	28

1 Inleiding

Een leven lang ontwikkelen (LLO) is essentieel om uitdagingen op de arbeidsmarkt en in de samenleving het hoofd te bieden (zie o.a. OECD, 2023; ILO, 2023; Ministerie van OCW, 2023; Ministerie van SZW, 2023). We moeten ons aanpassen aan klimaatverandering en zoveel mogelijk verduurzamen om ervoor te zorgen dat onze leefomgeving toekomstbestendig blijft. Snelle technologische ontwikkelingen, zoals kunstmatige intelligentie, vragen om het bijhouden en verbeteren van onze digitale kennis en vaardigheden. Tegelijkertijd zullen we ook vaker samenwerken met technologie, omdat het wordt ingezet als manier om personeelstekorten op te vangen en/of arbeidsproductiviteit te verhogen. Tot slot vragen de huidige personeelstekorten in veel sectoren ook om slimmer werken, met behulp van sociale innovatie, om werkplezier en inzetbaarheid van werkenden én concurrentievermogen en productiviteit van organisaties te behouden en/of te versterken (SER, 2023; Oeij et al., 2024).

Het formele onderwijs speelt een belangrijke rol bij het vanzelfsprekend maken van LLO voor iedereen. Dat begint al in het funderend en initieel onderwijs, waar jonge mensen 'leren leren' en competenties zoals eigen regie en wendbaarheid ontwikkelen. Ook het formele vervolgonderwijs (mbo, hbo, wo) is van grote waarde bij LLO. Om LLO hier optimaal tot haar recht te laten komen, is echter een veranderende rol van het formele vervolgonderwijs nodig (Ministerie van OCW, 2023). Hiervoor worden al verschillende initiatieven genomen, zoals verbreding van de wettelijke taak van het formele onderwijs, het bevorderen van het gebruik van micro-credentials en certificaten en het wetsvoorstel Leeruitkomsten in het hoger onderwijs.

De veranderende rol van het formeel vervolgonderwijs vraagt ook om een andere rol van docenten en andere onderwijsvormen. Momenteel experimenteren veel onderwijsinstellingen met leervormen, waarbij studenten samen met maatschappelijke partners en/of bedrijven werken aan dergelijke maatschappelijke opgaven. Deze opgaven vragen niet alleen om het opdoen van theoretische kennis, maar ook om skills om een situatie goed te kunnen doorgronden en op basis daarvan relevante kennis te kunnen ontwikkelen en toepasbaar maken. Met vormen van challenge-based leren (CBL) proberen onderwijsinstellingen (aankomende) professionals deze belangrijke skills te laten ontwikkelen én bij te dragen aan oplossingen voor (maatschappelijke) vraagstukken bij bedrijven en organisaties. De manieren waarop CBL wordt ingevuld verschilt echter sterk in de praktijk. Hierdoor staat soms het leren van (aankomende) professionals meer voorop, soms het leren van organisaties en dan weer het leren van de maatschappij als geheel. Om meer zicht te krijgen op de invulling van CBL door onderwijsinstellingen en de meerwaarde hiervan voor LLO voor individuen, organisaties en de maatschappij, heeft TNO een literatuurverkenning uitgevoerd naar CBL.

1.1 Methode

Centraal in dit rapport staat een 'scoping review' die is uitgevoerd naar CBL. Een scoping review is een vorm van kennissynthese, waarbij een verkennende onderzoeksvraag leidt tot een inventarisatie van sleutelconcepten, soorten bewijsmateriaal en/of hiaten in onderzoek met betrekking tot een onderwerp (Meijers & Bolt, 2021). Als eerste stap is in SCOPUS (een database met wetenschappelijke artikelen) gezocht op Engelstalige sociaal-wetenschappelijke artikelen met de combinatie challenge-based AND learning in de titel en/of de samenvatting. Deze zoektocht gaf 240 resultaten.

Na nadere bestudering bleven hiervan 31 resultaten over¹. Onderzoeken die af vielen richtten zich met name alleen zijdelings op CBL. Daarnaast waren er dubbelingen in resultaten en sommige artikelen waren niet toegankelijk voor de onderzoekers.

Drie vragen stonden centraal in de scoping review:

1. Wat is CBL?
2. Wat zijn effecten van CBL op LLO en bij welke groepen (individuele studenten, organisaties, maatschappij) worden deze effecten vastgesteld?
3. Wat zijn belangrijke elementen om te komen tot de benutting van CBL voor LLO op individueel, organisatie en maatschappelijk niveau?

1.2 Leeswijzer

In de rest van dit rapport staan de resultaten van de literatuurverkenning centraal. In hoofdstuk twee gaan we allereerst in op wat er in de geselecteerde artikelen verstaan wordt onder CBL (definities, onderscheidende kenmerken, achterliggende visies). In hoofdstuk 3 staan we stil bij de effecten van CBL op LLO. We verkennen deze effecten op drie niveaus: individu, organisatie en maatschappij. In het vierde en laatste hoofdstuk gaan we in op de vraag wat belangrijke elementen zijn in CBL om te komen tot een optimale benutting voor LLO op individueel, organisatie en maatschappelijk niveau.

¹ De geselecteerde artikelen voor de scoping review zijn met een “*” aangegeven in de literatuurlijst.

2 Wat is Challenge-based learning?

Uit de literatuurverkenning blijkt dat Challenge-based learning (CBL) een moeilijk vatbaar begrip is. CBL activiteiten komen voor in allerlei soorten en maten. Diverse onderzoekers en andere betrokken partijen lijken er iets anders onder te verstaan. Om te komen tot meer grip op het concept is begonnen met een verkenning van definities, onderscheidende kenmerken en achterliggende educatieve visies in de geselecteerde artikelen.

2.1 CBL: een definitie

Onderzoek naar challenge-based learning (CBL) is nog relatief nieuw en fragmentarisch. Wel worden er in diverse artikelen in de literatuurverkenning pogingen gedaan om het onderzoek dat er is meer te structureren. De aandacht richt zich hierbij in eerste instantie op het komen tot meer eenduidigheid in de definitie van CBL.

Er zijn verschillende definities van CBL in omloop (zie Tabel 1 in Bijlage A voor een compleet overzicht). De meest gebruikte definitie is die van Malmqvist et al. (2015). Deze wordt in zes studies gebruikt en luidt als volgt:

‘Challenge-based learning focuses on the identification, analysis and design of a solution to a sociotechnical problem. The learning experience is typically multidisciplinary, involves different stakeholder perspectives and aims to find a collaboratively developed solution, which is environmentally, socially and economically sustainable (Malmqvist et al., 2015)’.

Een andere definitie, die in twee onderzoeken wordt gebruikt, is die van Nichols & Cator (2008):

‘Challenge Based Learning is an engaging multidisciplinary approach to teaching and learning that encourages students to leverage the technology they use in their daily lives to solve real-world problems. Challenge Based Learning is collaborative and hands-on, asking students to work with peers, teachers, and experts in their communities and around the world to ask good questions, develop deeper subject area knowledge, accept and solve challenges, take action, and share their experience (Nichols & Cator, 2008)’.

Daarnaast gebruiken diverse onderzoekers een eigen (en daarmee steeds andere) definitie van CBL. Dit heeft geleid tot een totaal van 9 verschillende eenmalig gebruikte definities in onze inventarisatie. Een eerste conclusie uit deze literatuurverkenning is dan ook dat er nog weinig eenduidigheid bestaat over wat CBL is als we kijken naar gebruikte definities.

2.2 Onderscheidende kenmerken van CBL

Een andere manier – naast het gebruik van een definitie - om grip te krijgen op wat CBL is, is te kijken naar welke kenmerken als onderscheidend gezien worden voor CBL.

Op basis van de literatuurverkenning valt hierbij een typering te maken van onderscheidende kenmerken m.b.t. (a) de gebruikte challenges, (b) soorten leren en (c) overige onderscheidende kenmerken (zie Tabel 2 in Bijlage A voor een volledig overzicht van gevonden onderscheidende kenmerken).

Onderscheidende kenmerken van de gebruikte challenges

Er komen vier belangrijke onderscheidende kenmerken van gebruikte challenges naar voren. Het gaat achtereenvolgens om (a) real-life (authentic) challenges, (b) multidisciplinariteit, (c) open-ended challenges en (d) global themes.

Het meest duidelijke onderscheidende kenmerk van CBL (wanneer we kijken naar de frequentie waarin dit genoemd wordt) is dat er geleerd wordt aan de hand van *real-life, oftewel authentieke, challenges*. Alle 16 artikelen die ingaan op de onderscheidende kenmerken van CBL noemen dit aspect. In een aantal gevallen wordt ook toegelicht waarom dit een belangrijk kenmerk is voor CBL. Zo dragen real-life challenges bij aan contextueel leren (Santos-Díaz et al., 2024; Feng et al., 2024; Sjöholm & Trygg, 2024) en het tegelijkertijd kunnen ontwikkelen van inhoudelijke kennis van een specifiek kennisdomein én het ontwikkelen van brede ('transversale') algemene kennis en vaardigheden (Vilalta-Perdomo et al., 2022; Doulougeri et al., 2024; Helker et al., 2024)).

Multidisciplinariteit wordt in 12 van de 16 studies genoemd als onderscheidend element van CBL, waarbij het belang ervan, net als het vorige punt, gelinkt wordt aan het ontwikkelen van zowel diepgaande domeinkennis als breed toepasbare vaardigheden. Daarnaast wordt gewezen op het belang van multidisciplinariteit voor het ontwikkelen van duurzame oplossingen: door in co-creatie vanuit verschillende perspectieven een gedragen oplossing te ontwikkelen.

Er is minder eenduidigheid over of challenges ook open-einde zouden moeten zijn en zo ja, wat dit dan precies omvat. Zes van de 16 artikelen zien *open-ended* challenges als een onderscheidend kenmerk van CBL. Voor Martin & Bombaerts (2024), Van den Beemt et al. (2022) en Taconis & Bekker (2023) is dit belangrijk, omdat - als challenges nog weinig gestructureerd zijn - studenten niet alleen de oplossing van een probleem op zich moeten nemen, maar ook het definiëren en het 'framen' van het probleem. Zo lokt het zelfgestuurd leren uit. Dit ongestructureerde element zien we ook terug bij Helker et al. (2024). Sjöholm & Trygg (2024) wijzen juist op het toekomstgerichte karakter van challenges in relatie tot open-ended challenges. Dit past in de pedagogische traditie die 'open einde' niet alleen verbindt met zelfgestuurd leren, maar ook met expansief leren: het weten te verwerven van kennis en inzichten in iets dat er nog niet is, oftewel de ontwikkeling van oplossingen die nog niet bestaan (Engestrom, 2016).

Een laatste genoemd onderscheidend kenmerk van challenges is het gebruik van *global themes*. Dit komt terug in vijf van de 16 artikelen. Dit wordt vooral in verband gebracht met het ontwikkelen van een 'global mindset' of breed perspectief op de wereld. Van den Beemt et al. (2022) onderscheiden twee aspecten die van belang zijn bij global themes. Bij hen gaat het om de mate waarin het thema van de challenge gericht is op (a) het ter discussie stellen van 'business-as-usual' versus het opbouwen van benodigde bewustwording en vertrouwen

dat nodig is om een gezamenlijk thema te verkennen met elkaar en op (b) korte versus lange termijn maatschappelijke impact. Dit vertoont raakvlakken met de tweede invulling van open-ended challenges die we hiervoor bespraken.

Onderscheidende kenmerken van soorten leren die CBL omvat

In diverse studies worden daarnaast verschillende soorten leren besproken als een kenmerk van CBL. Het gaat om (a) collaborative learning, (b) self-directed learning, (c) overige soorten leren.

Het meest voorkomend zijn ‘collaborative learning’ en ‘self-directed learning’. Deze worden genoemd in 12 resp. 9 van de 16 artikelen die ingaan op onderscheidende kenmerken van CBL. Bij collaborative learning valt op dat er verschillend wordt gedacht over wie daarbij precies met wie samen leren. De meeste auteurs (n=10) vatten dit breed op: het kan gaan om het samen leren van studenten onderling, van studenten met docenten, en soms ook met experts en externe stakeholders (Martin & Bombaerts, 2024; Morselli & Orzes, 2023; Taconis & Bekker, 2023; Gallagher & Savage, 2020; Leijon et al., 2021; Williams, 2024; Doulougeri et al., 2024; Van den Beemt et al., 2022; Sjöholm & Trygg, 2024; Ma, 2023).

Feng et al. (2024) en Santos-Díaz et al. (2024) hanteren een veel beperkter perspectief op collaborative learning, waarbij de samenwerking beperkt blijft tot samenwerking tussen studenten en docenten. Hierbij wordt het accent in collaborative learning met name op de rol die de docent inneemt in CBL gelegd of het onderling leren van elkaar als studenten. Hiermee wordt collaborative learning een soort tegenhanger van de meer zelfsturende rol van individuele studenten in CBL.

Wanneer het gaat om self-directed learning worden hiervoor verschillende termen gehanteerd. Naast self-directed learning worden bijvoorbeeld student-led (Feng et al., 2024) or student-centered (Sjöholm & Trygg, 2024) learning genoemd. In andere gevallen worden elementen van een proces dat self-directed learning stimuleert beschreven, denk aan het definiëren van de challenge (Santos-Díaz et al., 2024), het zelf komen tot een oordeel en nemen van beslissingen (Pérez-Sánchez et al., 2023), of het omgaan met onzekerheid (Van den Beemt et al., 2022).

Tot slot worden expansive learning en productive learning in slechts twee respectievelijk één artikel genoemd. Bij expansive learning gaat het erom dat studenten nieuwe kennis ontwikkelen (oftewel innoveren) om de opdracht succesvol te kunnen afronden. Productive learning gaat om leren dat leidt tot een product of een oplossing (bijvoorbeeld een rapport of ontwerp) met relevantie buiten de onderwijscontext.

Overige onderscheidende kenmerken

Er wordt tot slot één ‘overig’ onderscheidend element genoemd: technologie. Dit wordt in zes van de 16 artikelen die iets zeggen over onderscheidende kenmerken genoemd. Er is wel enige onenigheid over wat voor technologie dit betreft. Bij Van den Beemt et al. (2022) gaat het specifiek over *leertechnologie* en het gebruik van learning (vormen van computer- (collaborative) learning). Bij Gallagher & Savage (2020) wordt gewezen op technology-supported communication, collaborative workspaces en social media waarbij het zowel kan gaan om technologie die al in het dagelijks leven van studenten wordt gebruikt of specifiek ontworpen leertechnologie. Leijon et al. (2021) en Vilata-Perdomo et al. (2022) verwijzen juist naar technologie die ook in het dagelijkse leven wordt gebruikt. Morselli & Orzes (2023) laten zich over de soort technologie niet uit, maar wijzen op het *intensieve gebruik* van technologie als onderscheidend kenmerk van challenge-based learning.

Samenvattend kunnen we stellen dat er de nodige onenigheid bestaat over wat challenge-based leeractiviteiten nu tot challenge-based leeractiviteiten maken.

De grootste overeenstemming bestaat over het feit dat:

- (a) Deze leeractiviteiten gebaseerd dienen te zijn op real-life challenges;
- (b) Challenges multidisciplinair van aard dienen te zijn;
- (c) Challenges dienen aan te zetten tot samenwerkend leren;
- (d) Challenges dienen aan te zetten tot zelfgestuurd leren.

2.3 Educatieve visie achter CBL

Op basis van de vorige twee paragrafen is het moeilijk om te komen tot een eenduidig beeld van wat CBL omvat. Beschreven definities en onderscheidende kenmerken verschillen nogal. We doen daarom nog een laatste poging meer helderheid te krijgen door te verkennen wat de educatieve visie achter CBL is.

14 artikelen in de literatuurverkenning refereren aan de educatieve visie achter CBL (zie Tabel 3 in Bijlage A). Het meest genoemd worden (a) experiential learning (n=7), (b) problem-based learning (n=6), (c) inquiry-based learning (n=5) en (d) active learning (n=5). Diverse andere achtergronden worden door 1 tot 4 auteurs genoemd. Het gaat dan om situated/contextual learning (n=4), project-based learning (n=3), experimental learning, learner-centered learning of game-based learning (elk 1 keer genoemd). Er lijkt op het eerste gezicht kortom ook weinig eenduidigheid over de visie achter CBL te bestaan.

Wanneer we inzoomen op het verschil in ‘aggregatie’ niveau tussen genoemde visies/aanpakken, verbetert de situatie echter aanzienlijk. Diverse auteurs refereren aan een ‘familie’ van educatieve aanpakken (zie ook Taconis & Bekker (2023)) - met dezelfde uitgangspunten en aannames ten aanzien van wat waardevol is om te leren en hoe geleerd wordt (Van den Beemt et al., 2022) – waar CBL deel van uitmaakt. Zo zien we dat in 12 van de 22 artikelen (Santos-Díaz et al., 2024; Helker et al., 2024; Morselli & Orzes, 2023; Charosky et al., 2021; Leijon et al., 2021; Williams, 2024; Sjöholm & Trygg, 2024; Diaz Palencia, 2024; Doulougeri et al., 2024; Martin & Bombaerts, 2024; Kurikka et al., 2016; O’Mahony et al., 2012) CBL tot dezelfde familie van aanpakken wordt gerekend als problem-based learning, project-based learning, design-based learning of case-based learning. Wel bestaat er nog onenigheid over welke familie dit is. De achterliggende visie van deze aanpakken wordt afwisselend (a) experiential learning (Williams, 2024; Diaz Palencia, 2024; Helker et al., 2024; Morselli & Orzes, 2023; Charosky et al., 2021), (b) active learning (Doulougeri et al., 2024; Leijon et al., 2021; Martin & Bombaerts, 2024), (c) inquiry-based learning (Santos-Díaz et al., 2024; Kurikka et al., 2016), (d) experimental (Sjöholm & Trygg, 2024) of (e) contextual learning (O’Mahony et al., 2012) genoemd. Meerdere artikelen (Ma, 2023; Gallagher & Savage, 2020; Vilalta-Perdomo et al., 2022; Mesutoglu et al., 2022; Tang & Chow, 2020; Van den Beemt et al., 2022; Kohn Rådberg et al., 2018) wijzen er verder op dat CBL raakvlakken vertoont met problem-, project-, case- en design-based aanpakken, zonder hierbij een specifieke achterliggende educatieve visie te benoemen die dit helpt te verklaren.

We concluderen dat ook over de educatieve visie achter CBL verschillende opvattingen bestaan. Er zit echter ook een zekere overeenkomst in genoemde visies. Zo wordt duidelijk dat CBL veel raakvlakken heeft met de onderwijsfilosofie van John Dewey waarin het draait om (a) active/experiential learning (Grabinger & Dunlap, 1995; Lewis & Williams, 1994), inquiry-based learning (Herman & Pinard, 2015) en situated learning (Harley, 1993). Daarnaast wordt CBL vaak gezien als verwant aan problem-, project-, case- en design-based leren.

3 Effecten van CBL voor LLO op individueel, organisatie en maatschappelijk niveau

Challenge-based learning (CBL) wordt gezien als een belangrijk middel om studenten 21st century skills aan te leren en tegelijkertijd bij te dragen aan het ontwikkelen van oplossingen voor maatschappelijke problemen. Maar wat zegt eerder onderzoek precies over de effecten van CBL? En bij welke doelgroep(en) worden welke effecten vastgesteld en/of gevonden? Deze vragen beantwoorden we in dit hoofdstuk.

3.1 LLO op individueel niveau

CBL wordt gezien als belangrijk middel om studenten vaardigheden aan te leren die belangrijk zijn voor een leven lang ontwikkelen (LLO) (Williams, 2024). Wanneer we de effecten van CBL op LLO van individuele studenten willen vaststellen, moeten we echter wel weten om wat voor vaardigheden het dan gaat. Er bestaan verschillende kaders die deze vaardigheden beschrijven. In Tabel 3.1 geven we de drie meest bekende weer: die van het World Economic Forum, de EU sleutelcompetenties voor LLO en de 21^e-eeuwse vaardigheden van SLO/Kennisnet. Op basis hiervan komen we tot een synthese die we gebruiken om in de geselecteerde artikelen te kijken naar of hier effecten op zijn gevonden.

Hoewel er verschillen zitten in de genoemde vaardigheden, zien we ook een aantal duidelijke overeenkomsten. Het gaat om:

- › Kritisch denken;
- › Probleem oplossen;
- › Creatief denken;
- › Communicatie;
- › Samenwerking (liefst ook multidisciplinair en intercultureel);
- › Benutten van ICT voor het ontwikkelen van ICT-basisvaardigheden en mediawijsheid;
- › Leren te leren/vaardigheden op het gebied van zelfgestuurd leren;
- › Ondernemerschap/leiderschap.

Tabel 3.1. Overzicht verschillende raamwerken voor LLO-vaardigheden.

World Economic Forum	EU sleutelcompetenties voor LLO	SLO/Kennisnet
Kritisch denken en probleem-oplossend vermogen	Competenties m.b.t. geletterdheid	Kritisch denken
Creativiteit	Competenties m.b.t. meertaligheid	Creatief denken
Communicatie		Probleem oplossen
Samenwerking	Wiskundige, wetenschappelijke, technologische en engineering competenties	Computational thinking
	Digitale competenties	Informatievaardigheden
	Persoonlijke en sociale competenties (incl. competenties m.b.t. leren te leren)	ICT-basisvaardigheden
	Competenties op het gebied van burgerschap	Mediawijsheid
	Competenties op het gebied van ondernemerschap	Communiceren
	Competenties op het gebied van cultureel bewustzijn en expressie	Samenwerken
		Sociale en culturele vaardigheden
		Zelf-regulering

Vijftien studies in de literatuurverkenning zeggen iets over het effect van CBL op één van de vaardigheden in bovenstaande lijst (zie Tabel 3.2). Veel studies zijn echter case studies van een beperkte omvang. Bovendien varieert de wetenschappelijke validiteit van de resultaten: uitspraken worden gedaan op basis van observaties van de onderzoekers, op basis van feedback van betrokken studenten en docenten en in een enkel geval op basis van meer systematische metingen van uitkomsten.

De meeste studies (12 van de 15 die iets zeggen over effecten op genoemde LLO-vaardigheden) vinden een positief effect van CBL op samenwerken, en dan met name op het ontwikkelen van multidisciplinaire samenwerkingsvaardigheden. Vijf studies vinden ondersteuning voor het effect van CBL op (a) probleem oplossen en (b) ondernemerschap/leiderschap. Nog eens vier studies stellen een effect vast van CBL op creatief denken/innovatie en elk twee studies op (a) kritisch denken, (b) zelfgestuurd leren en (c) communicatie. Hoewel er in nog drie andere studies gerefereerd werd aan effecten van CBL op LLO, werd in deze studies niet specifiek gemaakt om welke LLO-vaardigheden het ging. Deze studies zijn daarom buiten beschouwing gelaten.

Tabel 3.2. Geconstateerde effecten op LLO op individueel niveau.

Geconstateerde effecten op vaardigheden voor LLO	Onderzoek door:
Samenwerken (met name multidisciplinair)	Bravo et al. (2024), Diaz Palencia (2024), Morselli & Orzes (2023) Ma (2023), Gallagher & Savage (2020), DeStefani & Han (2022), Jordan-Fisas & Mas-Machuca (2022), Kohn-Radberg et al. (2018), Charosky et al. (2021), Leijon et al. (2021), Kurikka et al. (2016) en O'Mahony et al. (2012).
Probleem oplossen	Bravo et al. (2024), Diaz Palencia (2024), Ma (2023), Gallagher & Savage (2020) en Vilata-Perdomo et al. (2022)
Ondernemerschap/leiderschap	Bravo et al. (2024), Morselli & Orzes (2023), Leijon et al. (2021), Charosky et al. (2021) en Yang et al. (2018).
Creatief denken/innovatie	Ma (2023), Gallagher & Savage (2020), Charosky et al. (2021), Yang et al. (2018).
Kritisch denken	Bravo et al. (2024) en Diaz Palencia (2024).
Zelfgestuurd leren	Diaz Palencia (2024) en Kohn-Radberg et al. (2018)
Communicatie	Bravo et al. (2024), Diaz Palencia (2024) en Leijon et al. (2021).

Slechts één studie kijkt naar CBL in een trainingssituatie in een werkcontext. Deze studie richt zich daarbij op bijscholing van medewerkers met nieuwe kennis en niet zozeer LLO-vaardigheden (O'Mahony et al., 2012). In de overige studies gaat de aandacht uit naar het ontwikkelen van kennis en LLO-vaardigheden bij studenten. Wel zijn er nog twee studies gevonden waarin externe stakeholders ook een actieve rol speelden in de ontwikkeling van een oplossing voor de challenge (Kohn Rådberg et al., 2018; Kurikka et al., 2016). Het is echter niet duidelijk wat voor effect dit heeft gehad op de betrokken professionals (zowel qua kennis als qua LLO-vaardigheden).

3.2 LLO op organisatieniveau

Slechts weinig studies hebben onderzocht in hoeverre de aangedragen oplossingen voldoen aan de ontwikkeling van eventuele deelnemende bedrijven, of wat CBL betekent voor de ontwikkeling van onderwijsorganisaties.

Met name dit eerste punt is opvallend omdat bij de meeste beschreven studies (16 van de 21 studies) wél een externe stakeholder op een of andere manier betrokken was. Martin & Bombaerts (2024) maken in hun artikel echter duidelijk dat externe stakeholders hele wisselende rollen in CBL kunnen vervullen. De eerste rol is die van 'echte klant' waar studenten zich in de challenge tot kunnen verhouden (de externe partij levert 'context'). Een tweede rol omvat die van 'partner in co-creatie', waarbij studenten en externe partij samen optrekken in de ontwikkeling van een oplossing voor een probleem dat gelinkt is aan de activiteiten van de externe partij. De laatste rol is die van 'training partner' waarin de externe partij feedback en instructie geeft aan studenten voor het ontwikkelen van 'on-site' oplossingen. De meeste studies gaan echter niet specifiek in op de betreffende rol die externe stakeholders in CBL innemen. In de beperkte omschrijvingen die er zijn, gaat het veelal om het aandragen van een challenge en het vervullen van de rol van 'klant' naar studenten of om een rol als trainingspartner (bijvoorbeeld door gastlessen, of feedback op ontwikkelde oplossingen te geven).

In twee studies (Kohn Rådberg et al., 2018; Kurikka et al., 2016) wordt aangegeven dat bedrijven betrokken zijn in een rol als co-creator van de oplossing. Beide studies hebben proof-of-concepts en geteste prototypes opgeleverd, waar de betrokken organisaties eventueel mee verder kunnen (zie Tabel 3.3).

Tabel 3.3. Geconstateerde effecten bij deelnemende bedrijven.

Geconstateerde effecten op organisatieniveau	Onderzoek door:
Originele oplossingen (die wel nog de nodige uitwerking vragen om praktisch toepasbaar te zijn).	Santos-Diaz (2024)
Commercieel product.	Gallagher & Savage (2020)
Bruikbare uitkomsten	Jordan-Fisas & Mas-Machuca (2022)
Getest/geëvalueerd prototype (in een academische of real-life setting).	Kohn-Radberg et al. (2018)
Bijdrage aan oplossingen.	Sjoholm & Trygg (2024)
Professionele ontwikkeling van betrokken organisatieleden.	O'Mahony et al. (2012)
Oplossingen op proof-of-concept niveau (demonstreren van het idee en de verbinding met fundamenteel onderzoek maar nog geen kant en klaar product).	Kurikka et al. (2016)

De auteurs geven aan dat dit in een aantal gevallen ook gebeurd is. Er zijn ook case studies die laten zien dat CBL weliswaar originele resultaten oplevert, maar dat die wel nog de nodige uitwerking vragen van organisaties om praktisch te kunnen toepassen (zie Tabel 3.3). Het is de vraag of organisaties hier de tijd voor nemen. Kurikka et al. (2016) wijzen in dit verband op mogelijke oplossingen als student-gedreven 'start-ups' om initiële oplossingen verder uit te werken.

In enkele gevallen komen ook signalen naar voren over wat CBL betekent voor de ontwikkeling van *onderwijsorganisaties*. Het gaat dan met name over:

- › De noodzaak voor een flexibelere opzet van het onderwijs (met een minder strikte disciplinaire opzet in vast ingeroosterde lessen per cohort) (Doulougeri et al., 2024; Williams, 2024; Gallagher & Savage, 2020);
- › Overtuigen van het onderwijsmanagement dat het belangrijk is om tijd te investeren in maatschappelijke opgaves en bij te dragen aan de ontwikkeling van het werkveld (Williams, 2024; Gallagher & Savage, 2020);
- › Het ontwikkelen van een gecommiteerd netwerk aan bedrijven dat wil meedoen aan CBL (zie o.a. Williams, 2024).
- › De tijd en middelen die het implementeren van CBL kost (zie o.a. Williams, 2024; Kurikka et al., 2016).

Opvallend is dat vooral gekeken wordt naar hoe de onderwijsorganisatie zich dient te ontwikkelen om CBL te ondersteunen. We vinden geen studies waarbij is gekeken hoe CBL ondersteunend kan zijn voor de ontwikkeling van de onderwijsorganisatie (in de vorm van bijvoorbeeld curriculumvernieuwing en bredere onderwijsinnovaties door het werken met CBL). Van den Beemt et al. (2022) refereren hier wel indirect aan door te wijzen op de verschillen in omvangreikte die CBL heeft in onderwijs: van een kleinschalige activiteit tot het hart van de onderwijsvisie van een instelling (*challenge-based education*).

3.3 LLO op maatschappelijk niveau

Tot slot kan CBL ook invloed hebben op maatschappelijk niveau. Het gaat dan enerzijds om de bijdrage van CBL aan maatschappelijke opgaven; en anderzijds om de maatschappelijke effecten van de CBL-filosofie op de rol van het onderwijs en het profiel van de docent.

Allereerst blijkt dat challenges in CBL lang niet altijd ook een maatschappelijke component hebben. Van de 24 studies waarbij we konden afleiden wat de onderzochte challenges precies inhielden, maakten 7 studies gebruik van maatschappelijke challenges en nog eens 2 van challenges van bedrijven rond maatschappelijke opgaves. Het grootste gedeelte van de studies bevatte opleidingsgerichte challenges (waarin de challenge wordt gebruikt om contextueel of actief leren van studenten te stimuleren, n=5) of bedrijfsgerichte challenges (n=10). De rol van CBL in het bijdragen aan maatschappelijke opgaven lijkt dus nog beperkt.

Wanneer we kijken naar wat CBL betekent voor de rol van het onderwijs en het profiel van de docent, dan valt op dat geen van de artikelen in de literatuurverkenning dit expliciet onderzoekt. Dit komt deels doordat er überhaupt weinig aandacht besteed wordt aan de rol van de docent in CBL (Sjöholm & Trygg, 2024). Wanneer docenten worden meegenomen in onderzoek gebeurt dit met name als extra informatiebron met betrekking tot hoe de CBL activiteit is ervaren door studenten. Daarnaast worden docenten bevraagd op uitdagingen in de vormgeving en uitvoering van CBL of geven onderzoekers eigen observaties hierover mee. In 12 studies kwamen hieruit aspecten naar voren op het gebied van LLO voor docenten (zie Tabel 3.4).

Tabel 3.4. Relaties CBL met LLO docenten.

Relaties met LLO docenten	Onderzoek door:
Toenemend belang van coachende/faciliterende vaardigheden.	Van den Beemt et al. (2023); Jordan-Fisas & Mas-Machuca (2022); O'Mahony et al. (2012), Van den Beemt et al. (2022); Doulougeri et al. (2024); Helker et al. (2024); Charosky et al. (2021).
Behoeftte aan nieuwe vormen van assessment.	Van den Beemt et al. (2022); Jordan-Fisas & Mas-Machuca (2022); Williams (2024).
Toenemend belang van kennis en vaardigheden m.b.t. nieuwe (leer-)technologie.	Van den Beemt et al. (2022); Gallagher & Savage (2020); DeStefani & Han (2022).
Toenemende belang aan organisatievaardigheden/netwerkvaardigheden met externe partijen.	Williams (2024); Jordan-Fisas & Mas-Machuca (2022); Van den Beemt et al. (2023); Doulougeri et al. (2024).
Toenemend belang van scaffolding.	Van den Beemt et al. (2022); Jordan-Fisas & Mas-Machuca (2022).
Behoeftte aan meer kennis van pedagogische principes CBL.	Colombari & Neirotti (2021); Gallagher & Savage (2020).
Toenemende belang van het scheppen en bewaken van een inclusieve/veilige omgeving voor studenten.	Taconis & Bekker (2023), Van den Beemt et al. (2023).
Behoeftte aan meer interdisciplinaire kennis	Van den Beemt et al. (2023).
Toenemende belang van rol docent in co-creatie oplossingen/nieuwe inhoud curriculum.	Doulougeri et al. (2024).
Toenemend belang ontwikkelen 21e-eeuwse vaardigheden van docent zelf.	Williams (2024).

De meeste van deze studies signaleren uitdagingen waar docenten tegenaan lopen door de wezenlijk andere rol die ze in CBL innemen dan in traditioneel onderwijs. Het gaat dan met name om behoefte aan meer pedagogische kennis (achterliggende principes van CBL) en vaardigheden (coaching, scaffolding, inclusie), maar ook het bijbehorende instrumentarium (uitdagingen met betrekking tot assessment, de gebruikte leertechnologie en de benodigde interdisciplinaire kennis). Er bestaat onder docenten bijvoorbeeld onduidelijkheid over de juiste balans tussen het loslaten en ondersteunen van studenten. Daarnaast voelen docenten zich onzeker over het werken met nieuwe technologie.

In enkele andere studies wordt erop gewezen dat CBL ook om vaardigheden op het gebied van organiseren en het onderhouden van externe contacten gaat (zeker wanneer het gaat om challenges waarbij externe stakeholders actief betrokken zijn).

Twee aspecten worden slechts in één studie genoemd. Doulougeri et al. (2024) beschrijft een nieuwe rol voor docenten als co-creator van oplossingen voor challenges. Dit raakt aan de ontwikkeling naar onderzoekend doceren of de docent-onderzoeker. Deze ontwikkeling biedt kansen voor het uitbreiden van de maatschappelijke rol van het onderwijs, maar hier wordt door de auteurs verder niet op ingegaan. Williams (2024) noemt daarnaast het belang van de ontwikkeling van 21^e-eeuwse vaardigheden bij docenten zelf om op dit gebied goede rolmodellen te kunnen zijn richting studenten. Meer specifiek wordt daarbij gewezen op het belang docenten eerst zelf in een voortraject een challenge via de CBL-aanpak te laten ervaren.

We concluderen dat er nog weinig onderzoek is gedaan naar de bijdrage van CBL aan LLO op organisatie en maatschappelijk niveau. Het meeste onderzoek dat gedaan is richt zich op studenten. Het laat zien dat CBL bijdraagt aan de ontwikkeling van diverse LLO-vaardigheden (zoals multidisciplinair samenwerken, probleemoplossend vermogen en creativiteit). Er is minder aandacht voor de bijdrage van CBL aan LLO van organisaties en rond maatschappelijke opgaven. Allereerst richt de aandacht zich in lang niet alle onderzochte CBL activiteiten op challenges waar ook het werkveld of de maatschappij bij betrokken zijn. Maar zelfs als dit wel het geval is blijft de rol van maatschappelijke actoren en professionals uit het werkveld in CBL onderbelicht. Hierdoor weten we niet in hoeverre professionals of maatschappelijke vertegenwoordigers actief meedoen in het identificeren en ontwikkelen van oplossingen voor de challenge, én wat dit betekent voor hun eigen ontwikkeling op het gebied van (21^e-eeuwse) vaardigheden of voor maatschappelijke uitdagingen. Aandacht voor docenten en onderwijs richt zich in de huidige onderzoeken vooral op de veranderende didactische rol die CBL met zich meebrengt (met o.a. de oproep om meer aandacht te besteden aan de ontwikkeling van coachingsvaardigheden en het leren omgaan met nieuwe leertechnologie). Er wordt nog niet gekeken naar de kansen die CBL biedt voor het ontwikkelen van 21^e-eeuwse docenten in combinatie met curriculumvernieuwing en onderwijsinnovatie.

4 Naar een bredere benutting van CBL voor LLO

In dit hoofdstuk gaan we in op wat belangrijke elementen van CBL zijn om te komen tot een optimale benutting voor LLO op individueel, organisatie en maatschappelijk niveau. De meningen over (a) wat CBL precies is (de onderscheidende kenmerken), (b) belangrijke opbrengsten van CBL én (c) voor wie CBL opbrengsten dient op te leveren lopen zoals blijkt uit de voorgaande hoofdstukken sterk uiteen. Hoewel er in diverse onderzoeken pogingen gedaan zijn om hier meer eenheid in aan te brengen, is dat tot op heden nog niet goed gelukt. Zoals Taconis en Bekker (2023) aangeven komt dit deels ook door de gehanteerde aanpak hierbij. In veel gevallen wordt gekeken naar de meest genoemde kenmerken van CBL om te komen tot een definitie. Deze pragmatische aanpak gaat daarbij voorbij aan fundamentele overeenkomsten en verschillen tussen genoemde kenmerken. Een andere aanpak is volgens hen om te komen tot een definitie gebaseerd op een achterliggende visie waaruit onderscheidende kenmerken dan logischerwijs kunnen worden afgeleid. Hoewel Taconis & Bekker (2023) een eerste poging hebben gedaan om zo tot een definitie te komen, richt deze definitie zich puur op de inzet van CBL voor opbrengsten bij *studenten*. Vanuit onze behoefte om te verkennen hoe CBL kan bijdragen aan LLO op diverse niveaus en bij diverse doelgroepen, is deze afbakening niet goed werkbaar. Bovendien bleek in de scoping review dat onderzoekers het niet met elkaar eens zijn over wat de achterliggende visie op CBL is. Wél werd duidelijk dat CBL vaak gezien wordt als onderdeel van een ‘familie’ van o.a. problem-based learning, design-based learning en project-based learning. Diverse studies benoemen dat deze verschijningsvormen op elkaar voortbouwen maar daarbij verschillende accenten leggen. Met name interessant is dat er daarbij ook accentverschillen zijn in de mate waarin kenmerken binnen deze verschijningsvormen bijdragen aan LLO op verschillende niveaus.

Om hier een beter beeld van te krijgen, bespreken we eerst enkele overzichten van hoe CBL zich verhoudt tot o.a. problem-based, project-based en design-based learning. In het tweede deel van dit hoofdstuk komen we dan tot een geïntegreerd overzicht, passend bij onze wens om te verkennen hoe CBL kan bijdragen aan LLO op diverse niveaus in de maatschappij en welke kenmerken daarvoor onderscheidend zijn.

4.1 Verschillen tussen CBL en gerelateerde leervormen

Twee artikelen in de scoping review gaan specifiek in op de evolutie van CBL uit gerelateerde leervormen. Kohn-Radberg et al. (2018) vergelijken CBL met problem-based learning en traditioneel onderwijs. Doulougeri et al. (2024) zetten problem, project, design en challenge-based leren op een rij.

Het artikel van Kohn-Radberg et al. (2018) beschrijft hoe CBL zich heeft ontwikkeld vanuit traditionele onderwijsmethoden via problem-based onderwijs. Allereerst heeft de manier waardoor leren plaatsvindt zich ontwikkeld. In traditioneel onderwijs staat de fundamenteel wetenschappelijke inhoud hierbij centraal.

De aandacht ligt hierdoor op leren in een R&D context en op analyse. In problem-based leren verschuift het accent naar meer toepassingsgericht onderzoek en komen oplossingen voor real-world problems in het werkveld meer centraal te staan. Bij CBL verschuift het accent naar leren door het ontwikkelen van oplossingen voor fundamentele sociale problemen. Leren vindt niet alleen plaats door het ontwikkelen van oplossingen maar ook door het scherp krijgen van het probleem. Ook de leerervaring die de verschillende vormen van onderwijs opleveren verschilt. Die wordt gaandeweg steeds inclusiever (zie tabel 4.1). Er wordt niet langer alleen vanuit het eigen technische domein gedacht en gewerkt en ook meer met anderen samen. Een laatste belangrijk aspect heeft betrekking op de doelen en drivers van de verschillende vormen van onderwijs. Waar het traditionele onderwijs zich met name richt op het verwerven van objectieve kennis verschuift dit zich via het belang van inzicht in wensen en behoeften in het werkveld/bij consumenten naar maatschappelijke waardecreatie.

Tabel 4.1. Overzicht kenmerken traditioneel onderwijs, PBL en CBL (Kohn-Radberg et al., 2018).

	Traditional education	Problem-based learning (PBL)	Challenge-based learning (CBL)
<i>Learning taking place through</i>	Engineering science	Engineering	Engineering & business
	R&D context	Product context	Social context
	Analysis	Designing	Problem formulating & designing
<i>Characteristics of the learning experience</i>	Reductionism	Integrative	Integrative
	Individual	Team	Team & individual
<i>Aims and drivers of learning</i>	Objective	Customer needs	Value-driven

De auteurs van het tweede artikel (Doulougeri et al, 2024) zoomen in op de overeenkomsten en verschillen tussen project-, probleem-, design- en challenge-based leren die elk op elkaar voortbouwen maar ook andere accenten leggen (zie tabel 4.2).

Tabel 4.2. Overzicht kenmerken CBL en andere active learning aanpakken (Doulougeri et al., 2024).

	Challenge-based learning (CBL)	Design-based learning (DBL)	Project-based learning (PjBL)	Problem-based learning (PBL)
Type of problem	CBL starts with a real-world global challenge. Challenges in CBL are interdisciplinary, requiring students to integrate knowledge and skills from multiple areas. Often, challenges are presented by external stakeholders.	DBL starts with a design challenge or problem. It is usually associated with subjects related to design (e.g., engineering, art, or architecture). DBL can be interdisciplinary. Teachers or external stakeholders can present design challenges/problems to students.	PjBL typically starts with a driving question or a task. PjBL can be interdisciplinary but may also focus on a specific subject or skill. Teachers usually predefine the driving question or task, which is either theoretical or based on real-world issues.	PBL starts with a specific problem. Problems in PBL are usually discipline-specific. Teachers predefine the problem, which is either fictional or based on real-world issues, but is presented to students in a structured manner.
Learning process	Students propose a solution for the global challenge by choosing the focus of the specific problem within the challenge, investigating, ideating, and implementing solutions.	Students develop a prototype or design solution by following the stages of the design process, including ideation, prototyping, and testing.	Students create a project or product to respond to the driving question or task by applying disciplinary-specific knowledge and competencies.	Students solve the problem by identifying, studying, and critically discussing the relevant literature.
Teachers' role	In CBL, the teacher acts as a facilitator, coach, or even a co-creator of the solution for the challenge.	In DBL, the teacher acts as a coach or mentor, guiding students through the design process and providing feedback.	In PjBL, the teacher acts as a facilitator or tutor, providing resources, scaffolding the learning process, and offering feedback.	In PBL, the teacher is a facilitator, guiding students as they explore and solve the problem.
Outcome	The primary outcome is a proposed actionable solution for the identified challenge, but the learning process and the knowledge and skills students gained during the process are equally important.	The primary outcome is a prototype or design solution, but the design process, including the iterations and refinements of the outcome, is crucial.	The primary outcome is a final project report, presentation, or product, but the skills and knowledge gained during the process are equally important.	The primary outcome is the knowledge acquisition and development of problem-solving and critical-thinking skills. The solution for the problem is not the focus of PBL.

Opvallend in dit overzicht is allereerst dat de aard van het probleem in de verschillende onderwijsvormen steeds complexer en realistischer wordt. Waar in PBL en PjBL problemen discipline-specifiek en fictief kunnen zijn (bedacht door de onderwijzer of vanuit de theorie), wordt het belang van real-world challenges (ook aangedragen door externe stakeholders)

belangrijk in DBL en CBL en zien we hier een groter accent op het interdisciplinaire karakter van een challenge.

Ten tweede wordt duidelijk dat in het gestimuleerde leerproces in de verschillende onderwijsvormen studenten steeds meer taken zelf op zich nemen, waardoor docenten steeds meer een rol van coach en facilitator krijgen. Waar bij PBL de bijdrage van de student nog beperkt blijft tot het selecteren van relevante materialen uit aangereikt aanbod, loopt dit via PjBL (het daadwerkelijk toepassen van opgedane kennis) en DBL (het doorlopen van een reflectieve en interactieve cyclus van idee-prototype-test) tot CBL. Bij deze laatste vorm gaan studenten niet alleen actief aan de slag gaan met het vinden, toepassen en testen van oplossingen, maar ook met het onderzoeken van het ‘probleem achter het probleem’ en de implementatie van oplossingen. Tot slot verschillen de uitkomsten waarnaar wordt gestreefd in de verschillende vormen van actief leren. In PBL en PjBL staat vooral het leerproces van studenten centraal staat, met uitkomsten als het aanleren van specifieke kennis en vaardigheden die vanuit onderwijs belangrijk worden gevonden. Dit ligt anders bij DBL en CBL, waar naast uitkomsten die van belang zijn vanuit het onderwijs, breder wordt gekeken en ook concrete resultaten in de vorm van producten (DBL) en bruikbare oplossingen (CBL) voor het werkveld/de maatschappij worden meegenomen.

4.2 Integraal model vanuit LLO-perspectief

Bovenstaande overzichten geven enig inzicht in de verschillen en overeenkomsten tussen CBL en andere gerelateerde onderwijsvormen, maar zijn nog weinig gericht op welke specifieke kenmerken nu bijdragen aan LLO op diverse niveaus in de maatschappij. Toch worden er in verschillende artikelen in de scoping review wel aanknopingspunten hiervoor aangedragen. Op basis van deze en enkele aanvullende studies (Barron & Darling-Hammond, 2010; Membrillo-Hernández et al., 2019; Visscher et al., 2022) hebben wij een integraal model vanuit LLO-perspectief ontwikkeld (zie Tabel 4.3).

Wat als eerste opvalt in de beschrijvingen van de evolutie van PBL tot CBL is dat de ‘scope’ van het probleem/de challenge zich door de loop van de tijd steeds verder heeft verbreed. Waar de scope in PBL nog vooral vak- of disciplinespecifiek was, heeft deze zich via PjBL (meer vakoverstijgend en/of generiek) en DBL (veelal multidisciplinair) ontwikkeld naar een ‘transdisciplinaire’ (Regeer & Bunders, 2007) aanpak in CBL. In CBL draait het niet alleen om real-life challenges, maar ook om de real-life (van non-academische en lokale stakeholders) kennis en vaardigheden die nodig zijn om te komen tot oplossingen (Visscher et al., 2022; Sjöholm & Trygg, 2024). Vanuit dit perspectief draagt CBL in de meest ontwikkelde vorm bij aan een andere rolverdeling tussen wetenschap/onderwijs en praktijk. Waar traditioneel de wetenschap gezien wordt als kennisleverancier en de praktijk als kennisafnemer, is in een transdisciplinaire aanpak iedere betrokkene een stakeholder die waardevolle kennis en ervaring te bieden heeft voor het duiden en oplossen van maatschappelijke opgaven. Verschillende perspectieven in de maatschappij worden als volwaardig meegenomen in de aanpak van challenges. Op deze manier draagt CBL zowel bij aan de individuele ontwikkeling van zowel studenten, docenten en professionals.

Een tweede belangrijke ontwikkeling doet zich voor op het gebied van de *mate van structurering* van het probleem/de challenge. Waar bij PBL en PjBL de het probleem ongestructureerd is maar de weg naar de oplossing nog redelijk gestructureerd is, wordt dit gaandeweg steeds minder (Membrillo-Hernández, Ramirez-Cadena, & Martinez-Acosta, 2019). Bij DBL en CBL is zowel het probleem als het pad naar de oplossing onduidelijk. Wat bij CBL nog eens extra speelt is dat ook de theory of change (achterliggende assumpties om richting een oplossing te werken) niet duidelijk is of door verschillende partijen betwist wordt (Larsson & Holmberg, 2018; Van Es, Guijt, & Vogel, 2015).

Tabel 4.3. Integraal model bijdrage CBL en andere aanpakken aan LLO op diverse niveaus.

	Challenge-based learning (CBL)	Design-based learning (DBL)	Project-based learning (PjBL)	Problem-based learning (PBL)
Scope of problem	CBL starts with a real-world global challenge. Challenges in CBL are transdisciplinary, requiring students to integrate knowledge and skills from multiple parties. Often, challenges are presented by external stakeholders.	A design challenge or problem. It can be interdisciplinary. Teachers or external stakeholders can present design challenges/problems to students.	A driving question or a task that lead students to encounter central concepts or principles in a specific (inter-disciplinary) subject or skill.	A specific problem, usually subject- or discipline-specific.
Level of structuring	Teachers or external stakeholders can present challenges, or global societal challenges are addressed in a specific local setting. Pre-made solution processes, solutions and theories of change are lacking.	Teachers or external stakeholders present open-ended design challenges or problems to students. Pre-made solution processes and solutions are lacking.	An ill-structured driving question or task, usually predefined by the teacher. Performed by following prestructured rules or steps. The solution can be checked against previously obtained results.	An ill-structured problem, given by the teacher. The path to solution is pre-structured based on previously supplied knowledge that needs to be applied. A set of pre-defined solutions is known in advance.
Learning mechanism	Learning by contributing to societal transitions (expansive thinking, systems thinking).	Learning by solving design problems, iteratively and reflectively. Gradually refining the outcome (design thinking, creativity).	Learning by performing tasks or activities around a driving question (proficiency).	Learning by applying knowledge to work out the solution (problem solving skills).
Teacher's focus	Creating learning environments for integrative and transformative societal value creation.	Focus on establishing and modelling practices of knowledge building.	Focus on scaffolding ² performance.	Focus on guiding the exploration and solving of the problem.
Teacher's activities	Helping to facilitate multi-stakeholder dialogue, reorienting systems towards actionable transitions, innovating curriculum (change agent).	Letting students generate ideas, engage them in discussing ideas they judge most promising, help to further develop promising ideas (co-researcher).	Offering feedback, providing resources, scaffolding (tutor, mentor).	Making thinking visible, guiding group processes and participation and asking questions to solicit reflections (critical friend).
Scope of outcomes	Action is required not only from the students but also from the professionals/experts in the system, so that together they can propose and generate a tangible solution to the posed challenges or steps in the direction of a theory of change.	Mainly outcomes for students and teachers/researchers. However, the artifact produced can also have practical value for stakeholders in the field in which students are trained. They are often involved in the role of 'client'.	Mainly outcomes for students. However, the task performed can also have practical value for stakeholders in the field in which students are trained. They are often involved in the role of 'training partner'.	The focus is on outcomes for students. As a result, problems can also be fictitious.

² Scaffolding verwijst naar een techniek waarbij docenten opeenvolgende niveaus van ondersteuning bieden om studenten op een hoger niveau te brengen dan dat waartoe zij zonder deze hulp in staat zouden zijn.

Dit aspect maakt CBL aan de ene kant complexer dan andere onderwijsvormen, maar aan de andere kant ook maatschappelijk relevanter: het biedt kansen aan twee verschillende vormen van maatschappelijke waardecreatie. Bij integratieve waardecreatie (Larsson & Holmberg, 2018) helpt CBL een dialoog tussen verschillende betrokkenen in een systeem op gang te brengen die bijdraagt aan bewustzijn van elkaars perspectief. Bovendien kunnen herhaalde interacties tussen betrokkenen leiden tot het opbouwen van wederzijds vertrouwen. Dit zijn belangrijke ingrediënten voor het heroriënteren van een systeem naar nieuwe manieren van (samen-) werken aan maatschappelijke opgaven (Kohn Rådberg et al., 2018; Larsson & Holmberg, 2018). Bij transformatieve waardecreatie gaat het om de rol van CBL in het tot stand brengen van sociale actie. Het gaat dan o.a. om het bedenken, verkennen en doorontwikkelen van nieuwe handelingsmogelijkheden in het systeem (Kohn Rådberg et al., 2018; Larsson & Holmberg, 2018).

Als derde zien we een verschuiving in het geïdentificeerde centrale *leermechanisme* per onderwijsvorm. Verschillende leervormen lijken hierdoor meer of minder geschikt voor de ontwikkeling van specifieke LLO-vaardigheden. In PBL staat de ontwikkeling van probleem oplossend vermogen centraal, in PjBL gaat het om het ontwikkelen van competenties in een bepaalde discipline, inclusief hiervoor benodigde generieke vaardigheden (Barron & Darling-Hammond, 2010), in DBL om design thinking (Scardamalia & Bereiter, 2017; Kohn Rådberg et al., 2018; Barron & Darling-Hammond, 2010) en in CBL om expansieve thinking/systems thinking (Larsson & Holmberg, 2018). Er wordt hierbij geleerd tijdens het bijdragen aan maatschappelijke opgaven. Het is een soort learning on the fly: door samen met stakeholders in een systeem te verkennen en verder te ontwikkelen wat wel of niet werkt bij een maatschappelijke opgave. De inzichten die zo geleerd worden bestonden nog niet in het systeem. Dit maakt CBL uitermate geschikt voor het ondersteunen van (maatschappelijke) innovatie.

De evolutie van CBL uit andere onderwijsvormen laat ook een verandering in de rol van de docent zien. Dit uit zich in (a) een verschil in waar de *focus* van de docent op komt te liggen en (b) een verschil in *activiteiten* die de docent onderneemt. Soms wordt gedacht dat de rol van de docent bij CBL niet belangrijk is, omdat studenten zelfgestuurd aan het werk gaan. Toch speelt de docent bij elk van de benoemde onderwijsvormen een belangrijke rol. Wel wordt die steeds minder traditioneel van aard. Waar in PBL en PjBL didactische vaardigheden minder centraal komen te staan ten gunste van pedagogische vaardigheden (critical friend, mentor/tutor), wordt er in DBL en CBL een beroep gedaan op relatief nieuwe vaardigheden vanuit het perspectief van de docent. Bij DBL gaat het om een rol als docent-*onderzoeker*; bij CBL om de rol van change agent: het bijdragen aan maatschappelijke waardecreatie door studenten nauw samen te laten werken aan maatschappelijke opgaven met andere stakeholders buiten het onderwijs. Dit biedt niet alleen kansen voor LLO aan betrokken docenten, maar ook voor CBL als katalysator voor curriculumvernieuwing en innovatie van de rol van onderwijs in de maatschappij.

De op één na laatste ontwikkeling in de evolutie van CBL uit andere onderwijsvormen heeft betrekking op een verbreding van de *scope van de uitkomsten* waar de verschillende onderwijsvormen op zijn gericht. Die ontwikkelt zich van bijna volledig gericht op uitkomsten voor de student (PBL, PjBL) via het mee laten wegen van uitkomsten voor het werkveld (DBL) tot aan maatschappelijke uitkomsten (CBL).

4.3 Conclusie

Uit de voorafgaande hoofdstukken werd duidelijk dat er nog veel onduidelijk is over CBL en de waarde van CBL voor LLO op verschillende niveaus. In de vorige paragraaf hebben wij een poging gedaan meer helderheid hierin te scheppen.

Het geschetste integrale model kan gezien worden als een eerste aanzet tot een groeimodel voor CBL als aanjager van LLO op individueel, organisationeel en maatschappelijk niveau. Daarbij zijn de grenzen tussen de verschillende onderwijsvormen niet in beton gegoten. Het gaat niet zozeer om de vraag hoe CBL specifiek verschilt van andere onderwijsvormen. Centraal staat de vraag in hoeverre een specifieke vormgeving van onderwijs voldoet aan eigenschappen van PBL, PjBL, DBL en CBL en in hoeverre dit, gegeven de ambities die men met de onderwijsvorm heeft, passend is. Vervolgens kan bepaald worden welke elementen van andere onderwijsvormen vanuit de ambitie cruciaal zijn om te ontwikkelen.

Een eerste mogelijke ontwikkellijn is bijvoorbeeld het verbreden van aandacht m.b.t. LLO op individueel niveau. De aandacht in het onderwijs ligt nu vooral op het versterken van LLO-vaardigheden van studenten, maar LLO-vaardigheden zijn ook van belang voor professionals in het werkveld en docenten. Zo is het bijvoorbeeld mogelijk om professionals actief te laten participeren als deelnemers aan de challenge. Professionals zijn vaak al betrokken bij onderwijsvormen, maar nog niet vaak in de rol van mede-deelnemers, mede-onderzoekers of mede-bedenkers van oplossingen. Daarnaast kan CBL bewust worden benut voor het ontwikkelen van 21^e-eeuwse vaardigheden bij docenten zelf. Het werken met maatschappelijke challenges kan bijvoorbeeld ook bij hen leiden tot de opbouw van multidisciplinaire kennis en innovatievermogen.

Een tweede ontwikkellijn is het versterken van resultaten m.b.t. LLO op organisatieniveau. Dit vraagt om meer aandacht voor de rol die challenges kunnen spelen bij organisatieontwikkeling en curriculuminnovatie. Zo zou het onderwijs een rol kunnen spelen in het versnellen van innovatieadoptie in het werkveld door middel van CBL. Een uitdaging hierbij is volgens de scoping review echter de flinke afstand tussen theorie (eisen vanuit het curriculum) en praktijk (eisen ten aanzien van werkbare oplossingen vanuit het maatschappelijk of werkveld) die moet worden overbrugd. In de scoping review zijn enkele oplossingsrichtingen hiervoor benoemd. Gedacht kan bijvoorbeeld worden aan het iteratief en reflectief verfijnen van ideeën voor oplossingen. O.a. door verschillende groepen studenten in meerdere rondes aan een soortgelijke challenge te laten werken en op elkaars inzichten te laten voortbouwen. Of via de inzet van start-ups met studenten of het opbouwen van meer langdurige vormen van samenwerking tussen onderwijs en andere partijen. Dit laatste zie je bijvoorbeeld terug in de vorm van living labs waarin onderzoekers, docenten en studenten samen met stakeholders werken aan maatschappelijke opgaven. Een tweede manier om resultaten te versterken m.b.t. LLO op organisatieniveau is door opgedane inzichten in CBL te benutten voor curriculuminnovatie en onderwijsvernieuwing. Dit kan meerdere verschijningsvormen aannemen: van bijvoorbeeld het ontwikkelen van keuzedelen als gevolg van opkomende nieuwe technieken (geïdentificeerd via CBL) tot aan het integraal toepassen van CBL-uitgangspunten in het aangeboden onderwijs van een onderwijsinstelling (van challenge-based learning naar challenge-based *education*).

Een derde ontwikkelingslijn die we zien is het verbreden van resultaten m.b.t. LLO op maatschappelijk niveau. Dit vraagt om meer aandacht voor de rol van onderwijs in het opbouwen van maatschappelijke waarde. Onderwijs speelt hierbij een belangrijke rol in de vorm van het ontwikkelen van benodigde kennis, vaardigheden en waarden bij toekomstige professionals/deelnemers aan de samenleving.

Hierbij is de aandacht echter gericht op maatschappelijke waardecreatie op de lange termijn, op de voorbereiding van studenten voor de toekomst. Onderwijs kan echter ook in het hier en nu al bijdragen aan maatschappelijke waardecreatie via CBL. Hierbij kan de bijdrage van CBL aan LLO op maatschappelijk niveau twee verschillende vormen aannemen, die beide belangrijk zijn. Het gaat allereerst om het ontwikkelen van integratieve waarde voor het regionale ecosysteem waarbinnen de onderwijsinstelling functioneert (door het opbouwen en faciliteren van een netwerk, het ontwikkelen van vertrouwen tussen betrokken partijen in dit netwerk, en het komen tot een gedeeld perspectief door herhaalde interactie met elkaar). De tweede verschijningsvorm is het ontwikkelen van transformatieve waarde door het faciliteren van daadwerkelijke sociale actie rond een maatschappelijke opgave. Deze rol van onderwijs als aanjager en ondersteuner bij maatschappelijke transitie vraagt niet alleen om veranderingen bij externe stakeholders, maar vergt ook een transitie van onderwijsinstellingen en docenten.

References

- *Barrera, C., Castello, M., Segui, L., Heredia, A., & Garcia-Hernandez, J. (2022). Applying challenge based learning to teach mass transfer. *International Journal of Engineering Education*, 171-180.
- Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2010). Prospects and challenges for inquiry-based approaches to learning. In H. Dumont, D. Istance, & F. Benavides, *The Nature of Learning* (pp. 199-225). Paris: OECD.
- *Bravo, E., Bayram, D., van der Veen, J., & Reymen, I. (2024). Students' learning gains in extracurricular challenge-based learning teams. *European Journal of Engineering Education*, , 1-18.
- *Charosky, G., Hassi, L., Papageorgiou, K., & Bragós, R. (2021). Developing innovation competences in engineering students: a comparison of two approaches. *European Journal of Engineering Education*, 353-372.
- *Colombari, R., & Neirotti, P. (2021). Closing the middle-skills gap widened by digitalization: How technical universities can contribute through challenge-based learning. *Studies in Higher Education*, 1585-1600.
- *De Stefani, P., & Han, L. (2022). An inter-university CBL course and its reception by the student body: Reflections and lessons learned (in times of COVID-19). *Frontiers in Education*, <https://doi.org/10.3389/educ.2022.853699>.
- *Diaz Palencia, J. (2024). Integrating challenge-based learning and design thinking in a course of reaction engines for aerospace. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, doi:10.1177/03064190241254018.
- *Doulougeri, K., Vermunt, J., Bombaerts, G., & Bots, M. (2024). Challenge-based learning implementation in engineering education: A systematic literature review. *Journal of Engineering Education*, 1-31.
- Engestrom, Y. (2016). *Studies in expansive learning. Learning what is not yet there*. Cambridge: Cambridge University Press.
- *Feng, X., Wang, X., & Yi Huo, Y. (2024). Inquiry in uncertainty - nursing students' learning experience in challenge-based learning: A qualitative study. *Nurse Education Today*, 135, 106093.
- *Gallagher, S., & Savage, T. (2020). Challenge-based learning in higher education: An exploratory literature review. *Teaching in Higher Education*, 1135-1157.
- Grabinger, R., & Dunlap, J. (1995). Rich environments for active learning: A definition. *Research in Learning Technology*, 5-34.
- Harley, S. (1993). Situated learning & classroom instruction. *Educational Technology*, 46-51.
- *Helker, K., Bruns, M., Reymen, I., & Vermunt, J. (2024). A framework for capturing student learning in challenge-based learning. *Active Learning in Higher Education*, <https://doi.org/10.1177/14697874241230459>.
- Herman, W., & Pinard, M. (2015). Critically examining inquiry-based learning: John Dewey in theory, history and practice. In P. Blessinger, & J. Carfora, *Inquiry-Based Learning for Multidisciplinary Programs: A conceptual and Practical Resource for Educators* (pp. 43-62). Leeds: Emeralds.
- International Labour Organization (2023). The ILO strategy on skills and lifelong learning 2030. Geneva: International Labour Office, 2023.
- Johnson, L., & Adams, S. (2011). *Challenge Based Learning: The Report from the Implementation Project*. Austin, TX: New Media Consortium.

- *Jordan-Fisas, A., & Mas-Machuca, M. (2022). Bringing social challenges to the classroom: Connecting students with local agents. *International Journal of Intellectual Property Management*, 129-147.
- *Kohn Rådberg, K., Lundqvist, U., Malmqvist, J., & Hagvall Svensson, O. (2018). From CDIO to challenge-based learning experiences – expanding student learning as well as societal impact? *European Journal of Engineering Education*, 22–37.
- *Kurikka, J., Utriainen, T., & Repokari, L. (2016). Challenge based innovation: translating fundamental research into societal applications. *International Journal of Learning and Change*, 278-297.
- Larsson, J., & Holmberg, J. (2018). Learning while creating value for sustainability transitions: The case of Challenge Lab at Chalmers University of Technology. *Journal of Cleaner Production*, 4411-4420.
- *Leijon, M., Gudmundsson, P., Staaf, P., & Christersson, C. (2021). Challenge based learning in higher education– A systematic literature review. *Innovations in Education and Teaching International*, 609–618.
- Lewis, L., & Williams, C. (1994). Experiential learning: past & present. *New Directions for Adult & Continuing Education*, 5-16.
- *Ma, J. (2023). Development of education for sustainable fashion design using a challenge-based learning approach. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 164-174.
- Malmqvist, J., Kohn Radberg, K., & Lundqvist, U. (2015). Comparative analysis of challenge-based learning experiences. *The 11th International CDIO Conference*. Chengdu, Sichuan, P.R. China.
- *Martin, D., & Bombaerts, G. (2024). What is the structure of a challenge based learning project? A shortitudinal trajectory analysis of student process behaviours in an interdisciplinary engineering course. *European Journal of Engineering Education*, 1–31.
- Meijers, J., & Bolt, S. (2021). Scoping reviews. In A. Eskes, & C. Van Oostveen, *Onderzoek langs de meetlat. Onderzoeksdiseins voor verpleegkundigen*. (pp. <https://doi.org/10.1007/978-90-368-2600-6>). Houten: Bohn Stafleu Van Loghum.
- *Membrillo-Hernandez, J., Ramírez-Cadena , M., Caballero-Valdés, C., Ganem-Corvera, R., Bustamante-Bello, R., Benjamín-Ordoñez, J., & Elizalde-Siller, H. (2018). Challenge-based learning: The case of sustainable development engineering at the Tecnológico de Monterrey, Mexico City Campus. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 137–144.
- Membrillo-Hernández, J., Ramirez-Cadena, M., & Martinez-Acosta, M. (2019). Challenge based learning: The importance of world-leading companies as training partners. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 1103–1113.
- *Mesutoglu, C., Bayram-Jacobs, D., Vennix, J., Limburg, A., & Pepin, B. (2022). Exploring multidisciplinary teamwork of applied physics and engineering students in a challenge-based learning course. *Research in Science & Technological Education*, 639-657.
- Ministerie van OCW (2023). Kamerbrief Uitwerking Onderwijsagenda LLO. <https://open.overheid.nl/documenten/dpc-421291369f1f80f1e9e37101f9f108e7e866a2ff/pdf>
- Ministerie van SZW (2023). Kamerstuk Programma Leer- en Ontwikkelcultuur. <https://open.overheid.nl/documenten/3ba77934-7188-4605-8f01-8460fffb0733/file>
- *Morselli, D., & Orzes, G. (2023). Evaluating an interfaculty entrepreneurship program based on challenge-based learning through the EntreComp framework. *International Journal of Management Educatio*, 100869.
- Nichols, M., & Cator, K. (2008). *Challenge Based Learning White Paper*. Cupertino, Ca.: Apple.

- OECD (2023). OECD Skills Outlook 2023: Skills for a Resilient Green and Digital Transition, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/27452f29-en>.
- Oeij, P.R.A., Pot, F., van den Bossche, S., Preenen, P., van der Torre, W., Vaas, F. (2024). Goed Werk: Transitie naar goede banen leiden. Whitepaper Kwaliteit van werk. TNO, Leiden.
- OIETM. (2015, February. 17). *Aprendizaje Basado en Retos*. Retrieved from <http://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/edutrends-aprendizaje-basado-en-retos.pdf>
- *O'Mahony, T., Vye, N., Bransford, J., Sanders, E., Stephens, R., Richey, M., . . . Soleiman, M. (2012). A comparison of lecture-based and challenge-based learning in a workplace setting: Course designs, patterns of interactivity and learning outcomes. *Journal of the Learning Sciences*, 182-206.
- *Pérez-Sánchez, E., Chavarro-Miranda, F., & Riano-Cruz, J. (2023). Challenge-based learning: A 'entrepreneurship-oriented' teaching experience. *Management in Education*, 119-126.
- Regeer, B., & Bunders, J. (2007). *Kenniscocreatie: samenspel tussen wetenschap en praktijk*. Amsterdam: Vrije Universiteit, Athena Instituut.
- *Román-Calderón, J., Aguilar-Barrientos, S., EstebanEscalante, J., Arias, A., & Barbosa, J. (2021). Job tension growth and emotional Intelligence in challenge-based learning. *The Journal of Psychology*, 257-274.
- *Santos-Díaz, A., Montesinos, L., Barrera-Esparza, M., & et al. (2024). Implementing a challenge-based learning experience in a bioinstrumentation blended course. *BMC Medical Education*, 510.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2017). Two modes of thinking in knowledge building. *Revista Catalana de Pedagogia*, 61-83.
- SER (2023). SER advies: Naar verdere succesvolle toepassing van sociale innovatie. Maart 2023. SER, Den Haag.
- *Sjöholm, J., & Trygg, K. (2024). CBL and living labs: towards a methodology for teaching sustainability transitions in urban planning education. *Journal of Geography in Higher Education*, 1-17.
- *Taconis, R., & Bekker, M. (2023). Challenge based learning as authentic learning environment for STEM. *Frontiers in Education*, 1144702.
- *Tang, A., & Chow, M. (2020). To evaluate the effect of challenge-based learning on the approaches to learning of Chinese nursing students: A quasi-experimental study. *Nurse Education Today*, 104293.
- Van den Beemt, A., MacLeod, M., & Van der Veen, J. (2020). Interdisciplinarity in tomorrow's engineering education. In J. van der Veen, N. van Hattum-Janssen, H. Jarvinen, & T. de Laat, *Engaging engineering education: SEFI European Society for Engineering Education 48th conference proceedings* (pp. 61-74). Enschede: University of Twente.
- *Van den Beemt, A., van de Watering, G., & Bots, M. (2022). Conceptualising variety in challenge-based learning in higher education: the CBL-compass. *European Journal of Engineering Education*, 48(1), 24-41.
- *Van den Beemt, A., Vazquez-Villegas, P., Gomez Puente, S., O'Riordan, F., Gormley, C., Chiang, F.-K., Membrillo-Hernandez, J. (2023). Taking the challenge: An exploratory study of the challenge-based learning context in higher education institutions across three different continents. *Education Sciences*, 234.
- Van Es, M., Guijt, I., & Vogel, I. (2015). *Theory of Change Thinking in Practice*. Den Haag: HIVOS.
- *Vilalta-Perdomo, E., Michel-Villarreal, R., & Thierry-Aguilera, R. (2022). Integrating industry 4.0 in higher education using challenge-based learning: An intervention in operations management. *Education Sciences*, 663.
- Visscher, K., Johnson, C., MacLeod, M., & Van der Veen, J. (2022). *Multi-, inter- and transdisciplinarity in challenge-based engineering education*. Barcelona: Paper presented at the SEFI Annual Conference.

- *Williams, M. (2024). Collaborative challenge-based learning: A case study for 21st century skills development. *International Journal of Training Research*, 1-19.
- *Yang, Z., Zhou, Y., Chung, J., Tang, Q., Jiang, L., & Wong, T. (2018). Challenge based learning nurtures creative thinking: An evaluative study. *Nurse Education Today*, 40-47.

Bijlage A

Tabellen hoofdstuk twee

Tabel 1. Overzicht definities van challenge-based leren.

Definitie	Gebruikt door:
CBL focuses on the 'identification, analysis and design of a solution to a sociotechnical problem. The learning experience is typically multidisciplinary, involves different stakeholder perspectives and aims to find a collaboratively developed solution, which is environmentally, socially and economically sustainable.' (Malmqvist et al., 2015).	Martin & Bombaerts et al. (2024); Morselli & Orzes (2023); Gallagher & Savage (2020); Charosky et al. (2021); Kohn Radberg et al. (2018); Jordan-Fisas & Mas-Machuca (2022).
Challenge Based Learning is an engaging multidisciplinary approach to teaching and learning that encourages students to leverage the technology they use in their daily lives to solve real-world problems. Challenge Based Learning is collaborative and hands-on, asking students to work with peers, teachers, and experts in their communities and around the world to ask good questions, develop deeper subject area knowledge, accept and solve challenges, take action, and share their experience. (Nichols & Cator, 2008).	Santos-Diaz et al. (2024); Leijon et al. (2021).
CBL is an interdisciplinary experience where learning takes place through identification, analysis, and collaborative design of a sustainable and responsive solution to a sociotechnical problem of which both the problem and outcomes are open. CBL at least involves (1) open ended problems from real world practice that require working in interdisciplinary teams, (2) entrepreneurial acting and design thinking, (3) combining disciplines, and (4) linking curricular and extracurricular activities. CBL both deepens disciplinary knowledge and stimulates 21st century skills such as self-awareness, self-leadership, teamwork, and an entrepreneurial mindset. (van den Beemt et al., 2020, p. 62).	Helker et al. (2024).
Challenge-based Learning (CBL) is a pedagogical approach that actively involves students in a realistic, problematic and meaningful situation related to their environment, which requires defining a challenge and implementing a solution for it (OIETM, 2015).	Perez-Sanchez et al. (2023).
CBL involves an "(open) assignment which challenges students to take on a task that reflects a more mature STEM-related role in society" (Taconis & Bekker, 2023).	Taconis & Bekker (2023).

Definitie	Gebruikt door:
<p>CBL is an approach that aligns the acquisition of disciplinary knowledge with the development of soft skills by confronting students with real-life challenges (Gallagher & Savage, 2020).</p>	<p>Vilata-Perdomo et al. (2022).</p>
<p>CBL is a student/learner-led undertaking, in which actors from different sectors and with different goals are involved, with the aim of developing a dispositif (apparatus) to tackle an intractable “grand challenge.” The learning experience is multidisciplinary and interdisciplinary. The technological element is not necessarily included in the outcome, but is nonetheless inherent, at least as much as necessary for communication and dissemination.</p>	<p>De Stefani & Han (2022).</p>
<p>CBL, as a teaching and learning method, incorporates technology, teamwork, self-directed learning, peer learning, real-world problem solving and reflective learning into its learning activities, which can extend from the classroom into the local community (Johnson & Adams, 2011).</p>	<p>Yang et al. (2018).</p>
<p>Collaborative CBL is a form of problem-based learning, whereby elements from multiple subjects or units are integrated around real workplace challenges, which students work collaboratively, in teams, to address.</p>	<p>Williams (2024).</p>
<p>CBL is an active and student-directed educational approach where learners identify problems in their environments and work collaboratively to research, develop, and implement solutions.</p>	<p>Diaz Palencia (2024).</p>
<p>CBL builds on the strengths of other active learning pedagogies and encourages students to learn autonomously and collaboratively in a contextualized way. CBL aims to develop students' disciplinary and transversal competence by having them work with challenges. In CBL, challenges to be tackled by the students are societally relevant and connected with sustainable development goals (SDGs), often presented by external partners (from industry partners to local communities). Regarding the learning process, emphasis is given to the collaboration between students, teachers, and external stakeholders as the point of departure for learning and to the co-creation of a solution for the challenge. The outcome of such a co-creation process is the development of a tangible solution that addresses both technical and societal considerations.</p>	<p>Doulougeri et al. (2024).</p>

Tabel 2. Overzicht genoemde kenmerken van challenge-based leren.

Kenmerk	Genoemd door:	Doel van het kenmerk
Real-life, authentic challenges	Santos-Díaz et al. (2024); Feng et al. (2024); Martin & Bombaerts (2024); Sjöholm & Trygg (2024); Helker et al. (2024); Morselli & Orzes (2023); Perez-Sanchez et al. (2023); Taconis & Bekker (2023); Van den Beemt et al. (2022); Gallagher & Savage (2020); Leijon et al. (2021); Ma (2023); Williams (2024); Diaz Palencia (2024); Villata-Perdomo et al. (2022); Doulougeri et al. (2024).	Situated learning (Santos-Díaz et al., 2024; Feng et al., 2024) Meaningful learning (Sjöholm & Trygg, 2024) Aligning the deepening of disciplinary knowledge with the development of soft/transversal skills (Vilalta-Perdomo et al., 2022; Doulougeri et al., 2024; Helker et al., 2024).
Collaborative learning	Santos-Díaz et al. (2024); Feng et al. (2024); Martin & Bombaerts (2024); Sjöholm & Trygg (2024); Morselli & Orzes (2023); Taconis & Bekker (2023); Van den Beemt et al. (2022); Gallagher & Savage (2020); Leijon et al. (2021); Williams (2024); Ma (2023); Doulougeri et al. (2024).	Self-directed learning (Santos-Díaz et al., 2024; Feng et al., 2024) Socio-technical integration (Martin & Bombaerts, 2024) Meaningful learning (Sjöholm & Trygg, 2024) Deep learning (Gallagher & Savage, 2020) Co-creation of environmentally, socially and economically sustainable solutions (Doulougeri et al., 2024).
Multidisciplinary	Santos-Díaz et al. (2024); Feng et al. (2024); Martin & Bombaerts (2024); Morselli & Orzes (2023); Taconis & Bekker (2023); Van den Beemt et al. (2022); Gallagher & Savage (2020); Leijon et al. (2021); Williams (2024); Vilata-Perdomo et al. (2022); Doulougeri et al. (2024); Helker et al. (2024).	T-shaped professional development (Martin & Bombaerts, 2024) Co-creation of environmentally, socially and economically sustainable solutions (Doulougeri et al., 2024).
Self-directed learning	Santos-Díaz et al. (2024); Feng et al. (2024); Sjöholm & Trygg (2024); Perez-Sanchez et al. (2023); Taconis & Bekker (2023); Van den Beemt et al. (2022); Gallagher & Savage (2020); Diaz Palencia (2024); Ma (2023).	

Kenmerk	Genoemd door:	Doel van het kenmerk
Open-ended challenges	Martin & Bombaerts (2024); Sjöholm & Trygg (2024); Taconis & Bekker (2023); Van den Beemt et al. (2022); Helker et al. (2024); Doulougeri et al. (2024).	Self-directed learning (Martin & Bombaerts, 2024; Taconis & Bekker, 2023; Van den Beemt et al., 2022; Helker et al., 2024) Expansive learning (Sjöholm & Trygg, 2024) Collaborative learning (Van den Beemt et al., 2022) Switching between divergent and convergent phases in learning (Doulougeri et al., 2024).
Global themes	Morselli & Orzes (2023); Perez-Sanchez et al. (2023); Van den Beemt et al. (2022); Gallagher & Savage (2020); Ma (2023).	Developing a global mindset (Van den Beemt et al., 2022).
Technology	Morselli & Orzes (2023); Van den Beemt et al. (2022); Gallagher & Savage (2020); Leijon et al. (2021); Vilata-Perdomo et al. (2022); Doulougeri et al. (2024).	Active learning, deep learning and social learning (Van den Beemt et al., 2022) Collaborative learning (Gallagher & Savage, 2020; Doulougeri et al., 2024).
Expansive learning	Taconis & Bekker (2023); Williams (2024).	
Productive learning	Taconis & Bekker (2023).	

Tabel 3. Overzicht achterliggende educatieve visie/aanpak van challenge-based leren.

Achterliggende educatieve visie/aanpak	Gebruikt door:
Problem-based learning	Gallagher & Savage (2020), Vilata-Perdomo et al. (2020), Mesutoglu et al. (2022), Leijon et al. (2021), Kohn-Radberg et al. (2018), Barrera et al. (2022).
Inquiry-based learning	Santos-Diaz et al. (2024), Gallagher & Savage (2020), Mesutoglu et al. (2022), Leijon et al. (2021), Kurikka et al. (2016).
Active Learning	Martin & Bombaerts (2024), Galagher & Savage (2020), Leijon et al. (2021), Roman-Calderon et al. (2021), Doulougeri et al. (2024).
Situated learning, contextual learning	Feng et al. (2024), Vilata-Perdomo et al. (2020), Leijon et al. (2021), O'Mahony et al. (2012).
Experiential learning	Helker et al. (2024), Morselli & Orzes (2023), Van den Beemt et al. (2023), Gallagher & Savage (2020), Charosky et al. (2021), Williams (2024), Diaz Palencia (2024).
Project-based learning	Gallagher & Savage (2020), Vilata-Perdomo et al. (2020), Mesutoglu et al. (2022).
Experimental learning	Sjoholm & Trygg (2024).
Learner-centred learning	Tang & Chow (2020).
Game-based learning	Jordan-Fisas & Mas-Machuca (2022).

Healthy Living & Work

Sylviusweg 71
2333 BE Leiden
www.tno.nl

TNO innovation
for life