

De taxonomie van TIMSS

De TIMSS-taxonomie is nog relatief onbekend. En dat is jammer, want het kan bijdragen aan het ontwikkelen van nóg beter bètaonderwijs. Hoe kan TIMSS helpen bij het ontwikkelen van toetsmateriaal? Hoe kan de taxonomie van meerwaarde zijn binnen je dagelijkse praktijk?

De taxonomie van Bloom, met z'n vele variaties en afgeleiden, is al decennia een begrip in onderwijsland. Sinds het ontstaan ervan, in de jaren vijftig van de vorige eeuw, heeft 'Bloom' een vlucht genomen. De taxonomie van Bloom is vaak verbeeld als een piramide, waarbij de verschillende cognitieve domeinen in een hiërarchische indeling staan. Hogere orde vaardigheden (creëren, evalueren) worden op deze manier een hogere plaats toegekend dan vaardigheden als onthouden en begrijpen. Velen zetten inmiddels kanttekeningen bij deze aanname.

Wil je een algemeen geldende taxonomie, zoals die van Bloom, inzetten binnen een bètavak, zoals natuurkunde, dan blijkt een domein als 'creëren' of 'evalueren' moeilijk te bevragen in een schriftelijke natuurkunde-toets. Dit komt ook terug in de data van de internationale PISA-onderzoeken. Slechts



Bloom taxonomy.



MARTIJN LEENSEN is docent natuurkunde aan het Stedelijk Gymnasium van 's-Hertogenbosch. Daarnaast is hij ook bij Stichting Cito werkzaam als toetsdeskundige natuurkunde VWO. Via <https://nl.linkedin.com/in/martijn-leensen> en www.leensen.eu deelt hij zijn onderwijservaringen met vakgenoten en belangstellenden in het land.

18 Hoe noemt men de frequentie waarmee de stemvork trilt na het aanslaan?

Op de uitwerkbijlage zie je een oscillogram van de stemvork. Hierin is de uitwijking uitgezet tegen de tijd. Eén hokje staat voor 1,0 ms. De mens hoort frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz.

19 Toon met behulp van het oscillogram aan of de toon van de stemvork in het hoorbare gebied ligt.

De NASA wilde deze techniek ook gebruiken voor klokken in de ruimtevaart. Een stemvork kun je beschouwen als een massa-veersysteem met een bepaalde veerconstante C . Voor de nauwkeurigheid van de klok is het belangrijk dat de trillingstijd van de stemvork heel constant is.

20 Leg uit of de NASA voor de stemvork in deze klok rekening moest houden met een andere trillingstijd in de ruimte dan op aarde.

Uit het eindexamen natuurkunde havo 2019, eerste tijdvak.

1,3% van de vragen die in deze onderzoeken gesteld worden vallen onder het domein 'creëren'. Je kunt je dan afvragen of het inzetten van de taxonomie van Bloom de beste keuze is bij een bètavak.

Een ander internationaal onderzoek naar de staat van onderwijs is de zogenaamde 'Trends In Mathematics and Science Study'. Vaak afgekort tot TIMSS. Dit vierjarig onderzoek wordt uitgevoerd sinds 1995. Hierbij richt men zich specifiek op de wiskundige en natuurwetenschappelijke vaardigheden van leerlingen. In het kader van het TIMSS onderzoekstraject werd een nieuwe taxonomie ontwikkeld. Deze TIMSS taxonomie hanteert een eigen set definities van cognitieve vaardigheden, volledig gericht op de exacte vakken. In de loop van de verschillende cycli is de taxonomie van TIMSS enkele malen aangescherpt. Op dit moment bevat het drie cognitieve domeinen, namelijk 'weten', 'toepassen' en 'redeneren', die als volgt gedefinieerd zijn.

Weten

De leerling is in staat om bij natuurkundige verschijnselen en waarnemingen vakbegrippen en procedures te benoemen,

te herkennen en toe te lichten.

Een voorbeeldvraag uit het domein 'weten', zie kader, vraag 18.

Toepassen

De leerling kan concepten en vakbegrippen met elkaar in verband brengen en koppelen aan een specifieke context om zo tot een oplossing te komen bij een praktisch probleem of een vraag.

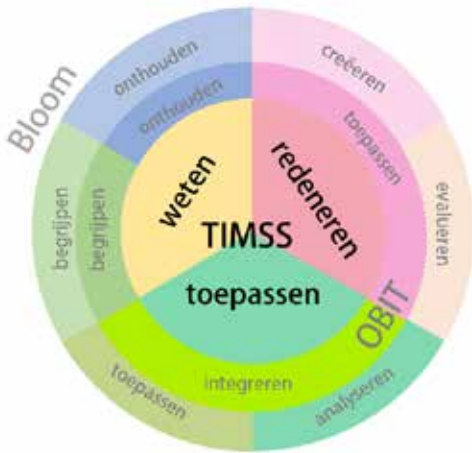
Een voorbeeldvraag uit het domein 'toepassen', zie kader, vraag 19.

Redeneren

De leerling kan concepten en vakbegrippen toepassen in onbekende en/of complexe contexten of vraagstellingen. De leerling is daarnaast in staat om, vanuit de gegeven context en de beheersing van de vakgerelateerde concepten, een situatie te analyseren, voorspellingen en generalisaties uit te voeren en conclusies te trekken.

Een voorbeeldvraag uit het domein 'redeneren', zie kader, vraag 20.

In de linker figuur op de volgende pagina zijn de overeenkomsten tussen TIMSS en twee bekende andere taxonomieën, Bloom en OBIT, schematisch weergegeven.



Alhoewel veel van de termen in elk van de drie taxonomieën terugkomen zijn er ook verschillen tussen TIMSS en de andere twee taxonomieën. TIMSS werkt met slechts drie domeinen, waarmee het in de praktijk makkelijker in te zetten is. Meer hierover later in dit artikel. Daarnaast hebben de drie domeinen van TIMSS een minder sterke hiërarchische indeling. Het ene TIMSS-domein bevat daarmee ook niet per definitie moeilijkere vragen dan een ander domein. TIMSS kan, binnen het exacte onderwijs, gebruikt worden als instrument om tot een betrouwbare toetsing te komen. Ook kan het een bijdrage leveren bij het opbouwen en evalueren van een lesprogramma.

Bij het construeren van de eindexamens natuurkunde wordt een onderscheid gemaakt in vier beheersingsniveaus. De praktische vertaling hiervan zijn twee labels die aan elke examenvraag worden gehangen. Is het een kwalitatieve ('redeneren') of een kwantitatieve ('toepassen') vraag? En valt de vraag binnen de reproductie ('weten'), of zijn de gevraagde handelingen productief van aard ('toepassen'/'redeneren')? Gedetailleerde informatie hierover is te vinden in de Cito toets- en itemanalyses van de centrale examens die elk jaar worden vrijgegeven. Door TIMSS te gebruiken bij het ontwerpen van je toetsen maak je gebruik van een vergelijkbare taxonomie als die bij het eindexamen gehanteerd wordt.

Vaak kun je herleiden in welke categorie een (examen)vraag valt door te kijken naar het zogenaamde examenwerkwoord. Ook de examenwerkwoorden zijn, per vak, gedefinieerd in de syllabus van het desbetreffende vak. Het vak natuurkunde onderscheidt elf examenwerkwoorden. In het rechter figuur hierboven is gevisualiseerd onder welke van de drie domeinen elk van de examenwerkwoorden, bij benadering, valt. In de praktijk hangt het domein waarin een werkwoord valt ook samen met de complexiteit van de vraagstelling. Daarnaast kunnen er, in één vraag, meerdere domeinen aangesproken worden.

Een tweede praktische toepassing van de taxonomie van TIMSS is gerelateerd aan het werken met leerdoelen. Wil je effectieve feedback genereren, waarmee je als docent méér inzicht krijgt in de cognitieve groei van je leerlingen, dan kan het interessant zijn om de drie cognitieve vaardigheden van TIMSS terug te laten komen in de manier waarop je de leerdoelen van de lesstof formuleert en indeelt. Zie als voorbeeld de tabel hieronder met leerdoelen die horen bij het onderwerp 'krachten'.

Door vervolgens de drie cognitieve domeinen van TIMSS direct te koppelen aan opgaven krijgen zowel de docent als de leerling méér inzicht in de gevraagde vaardigheden, en daarmee in het leerproces. Ook wordt het mogelijk om de voortgang van de leerling per

domein te monitoren. Zo kan een krachtig instrument ontstaan, waarmee de docent in staat is om op individuele schaal feedback te geven, te differentiëren of te remediëren.

Om leerdoelen te kunnen combineren met de TIMSS-taxonomie is het aan te raden om deze te herformuleren. Woorden als 'toepassen' en 'redeneren met...' hoeven niet meer gebruikt te worden in de omschrijving van de afzonderlijke leerdoelen. Dit onderscheid wordt namelijk automatisch gemaakt wanneer de opgaven van dit leerdoel worden gekoppeld aan één van de drie TIMSS-domeinen.

De TIMSS-taxonomie is, vergeleken bij die van bijvoorbeeld Bloom of OBIT, een relatief onbekende taxonomie. In dit artikel is de meerwaarde van TIMSS belicht voor het onderwijs bij de exacte vakken. In tegenstelling tot Bloom is de TIMSS-taxonomie een met een specifiek doel ontwikkeld en continu geactualiseerd instrument. Het biedt een internationaal herkenbare en consistente omschrijving van de cognitieve domeinen voor wiskunde- en natuurwetenschappelijk onderwijs. Zowel in het kader van toetsing als bij de opbouw van een lessenreeks kan TIMSS van waarde zijn. ●

BRONNEN

- Booker, M.J., *A Roof without Walls: Benjamin Bloom's Taxonomy and the Misdirection of American Education*, Published online: 30 January 2008, Springer Science
- Wasis, W., Sukarmin, S., Prastiwi, M., Cognitive Process Analysis of PISA, TIMSS, and UN Science Items Based on Revised Bloom Taxonomy, december 2017, *Journal of Computational and Theoretical Nanoscience*
- <https://www.iea.nl/publications/assessment-framework/timss-2019-assessment-frameworks>
- <https://natuurkundedidactiek.nl/wp-content/uploads/sites/224/2017/03/hbnd-w-02-07-04-INF-1-niveau-indeling-TIMSS.pdf>
- <https://www.cito.nl/vo-eindexamenbank/vwo?f=eexamfileyear%3A2019%7Cexamfilessubject%3Anatuurkunde%7Cexamfileperiod%3A1%7Cexamfiledocumenttype%3Aoverig> <https://www.examenblad.nl/examen/natuurkunde-vwo-2/2021>

LEERDOELEN	WETEN	TOEPASSEN	REDENEREN
Je kunt:			
♦ de krachten in een situatie analyseren aan de hand van de eerste wet van Newton	37,36	39,41	40,44,45cd,46
♦ de krachten op een voorwerp dat stilstaat of met constante snelheid beweegt bepalen, berekenen en tekenen	43	42,45ab,48	47