

Quantum SpinOff: over onderzoek en haar toepassingen in de kwantummechanica en de verbindingen met hoogtechnologisch ondernemen

E. Andreotti en R. Frans
UC Leuven-Limburg, Campus Diepenbeek
Expertisecel Art of Teaching, Vakdidactiek
Lerarenopleiding Fysica SO



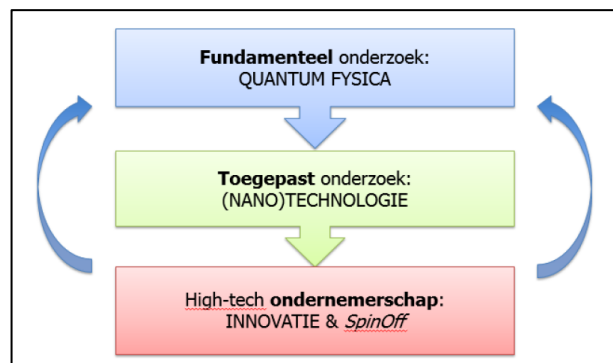
Inleiding

Het Quantum SpinOff project, gecoördineerd door de vakdidactici van de Expertisecel Art of Teaching van UC Leuven-Limburg (UCLL, Campus Diepenbeek, België), heeft als doel een brug te slaan tussen school, moderne wetenschappen en technologie en hun toepassingen in hoogtechnologisch ondernemen. Het project is gericht op de derde graad secundair onderwijs ASO (overeenkomstig met het Nederlandse VWO) en TSO (technische richtingen).

Quantum SpinOff werd oorspronkelijk gesubsidieerd door het Agentschap Innoveren en Ondernemen (Vlaamse overheid) vanaf 2011 en tot en met 2016. In 2013 kreeg het project een Europese dimensie, dankzij de Lifelong Learning Programme LLP-Comenius en werd Quantum SpinOff uitgerold ook in Griekenland, Estland en Zwitserland.

Na afloop van de externe subsidiëringen, heeft de UCLL beslist om het project verder te ondersteunen op vraag van de deelnemende Vlaamse scholen. Zo wordt het project sinds het schooljaar 2016-2017 uitgerold met UCLL eigen middelen.

Quantum SpinOff wil leerlingen laten leren *nadenken* over de *verbindingen tussen onderzoek* in de kwantummechanica en haar *toepassingen* in hoogtechnologisch ondernemen, zoals in figuur 1 weergegeven.



Figuur 1 – Quantum SpinOff filosofie.

Het project volgt een authentieke pedagogie, die de school toelaat om de echte wereld van cutting-edge onderzoek in de klas te brengen via het Quantum SpinOff traject. Dit traject bestaat uit drie fasen:

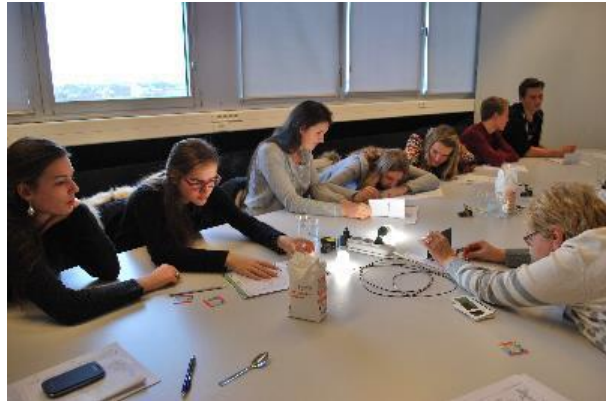
- Fase 1: De moderne fysica leren kennen via leerstations & hands-on activiteiten.
- Fase 2: In contact komen met ‘science in the making’ en onderzoekers en ondernemers ontmoeten.
- Fase 3: Creatieve fase waarbij de leerlingen met de ondersteuning van de leerkracht en van een begeleidende onderzoeker op een of meerdere van volgende items focussen:
 - een eigen product/dienst (en een virtuele spin-off) creëren – focus op de technologie en de ondernemerschap;

- een experiment ontwerpen in verband met de bestudeerde onderwerpen – focus op de fysica;
- een kunstwerk of demo of (3D)-model ontwikkelen – focus op de fascinatie voor de wetenschap.

Fase 1: De moderne fysica leren kennen in de klas

De leerlingen komen in contact met de wereld van de kwantummechanica via het materiaal ontwikkeld door de vakdidactici van UCLL en voor een deel door onderzoekers van de partner-instellingen van de Vlaamse en Europese projecten. Het ontwikkeld materiaal bevat [1]:

- Leerstations deel 1, I-V: over de *basisbegrippen van de kwantummechanica*.
- Leerstations deel 2, VI-XII: vooral over de *technologische toepassingen*.
- Vier *hands-on* experimenten.



Figuur 2 – Leerlingen bezig met experimenten in het labo van de begeleidende onderzoeker.

De leerlijn in de eerste vijf leerstations (deel 1) vertrekt vanuit enkele onbegrijpelijke fenomenen voor de klassieke fysica

(leerstation I): meer bepaald de resultaten van het dubbelspleetexperiment voor elektronen en de emissielijnen van elementen. Uit het dubbelspleetexperiment blijkt dat de ‘baan’ van een ‘deeltje’ niet gedefinieerd is en volgende twee basisbesluiten krijgen vorm:

- alle ‘deeltjes’ hebben eigenschappen zowel van een golf als van een deeltje: we spreken van *golf-deeltje dualiteit*;
- het *interferentiepatroon* wordt *deeltje per deeltje* gevormd.

Daarnaast wordt onderzocht of de emissie- en absorptielijnen van elementen met het klassieke planetaire atoommodel van Rutherford kunnen verklaard worden.

Via leerstations II tot IV worden deze begrippen verder behandeld, ook voor licht en volgens de historische ontwikkeling.

Leerstation V gaat terug naar de discrete emissielijnen van de elementen: er wordt gebruik gemaakt van de geleerde inzichten om niet enkel het bestaan van zulke lijnen te verklaren maar ook om de precieze frequenties van de emissielijnen van waterstof te berekenen. De berekening is gebaseerd op het kwantum-atoommodel van De Broglie. Dit laat immers toe om de berekening eenvoudig te kunnen uitvoeren op secundair onderwijsniveau, maar is tegelijk een goed voorbeeld van hoe modellen in de fysica worden gebruikt en hoe deze modellen toepasbaar zijn in bepaalde omstandigheden.

De vier hands-on activiteiten laten leerlingen toe om een beetje van de geleerde begrippen praktisch te ervaren. De leerstations van deel 2 bouwen verder op deel 1: enkele nieuwe begrippen worden geïntroduceerd zoals spin, het foto-elektrisch effect, tunneling, halfgeleiders, enzovoort telkens in verbinding met hoogtechnologische toepassingen.

Fase 2: In contact met ‘science in the making’

In deze fase doen de leerlingen het volgende:

- ze ontmoeten een begeleidende onderzoeker en krijgen een bepaald onderwerp toegewezen (door de onderzoeker);
- ze lezen een wetenschappelijk artikel, ook door de onderzoeker toegewezen;
- typisch bezoeken ze ook een bedrijf actief in een domein verbonden met het toegewezen

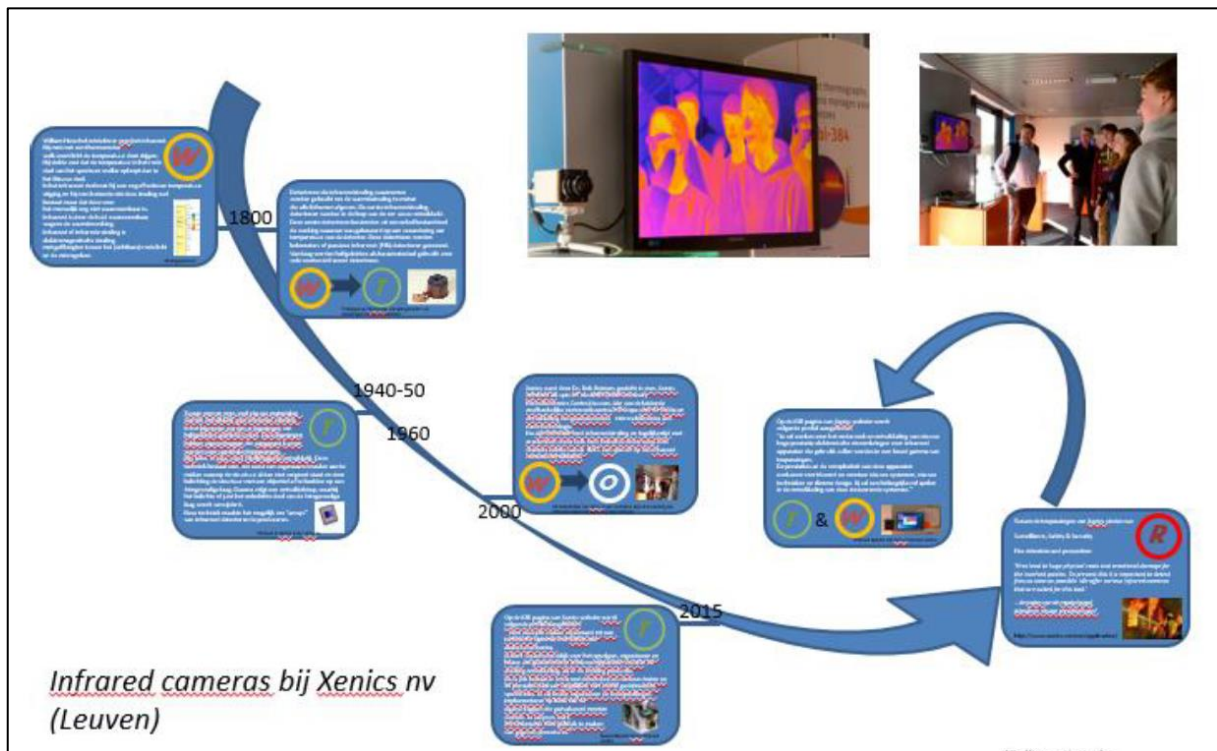
onderwerp;

- ze voeren een ‘onderzoek van het onderzoek’ uit en ze maken een *tijdslijn* over ‘hoe het onderzoek en de valorisatie ervan in de tijd is verlopen rond het bestudeerde onderwerp’.

Deze tijdslijn bevat:

- de *wetenschappelijke ontdekkingen*: wie zijn de founding fathers en wat zijn de grounding insights?
- de *verbonden technologie*: welke technologie werd/wordt gebruikt en in welke ‘spins off’?
- de *maatschappelijke relevantie* van de technologie (Responsible Research and Innovation [2]).

Een voorbeeld van een tijdslijn werd ontwikkeld ter verduidelijking van de bovenstaande ideeën en wordt in de afbeelding hieronder weergegeven. De verschillende kaartjes omvatten een korte beschrijving van ofwel een wetenschappelijke ontdekking (W), ofwel een technologische ontwikkeling of toepassing (T), ofwel een gebeurtenis gerelateerd met ondernemerschap (O), ofwel een maatschappelijk relevante feit (R). Eens de kaartjes in de gepaste historische volgorde geplaatst zijn, wordt de interactie tussen wetenschap, technologie, ondernemerschap en maatschappelijke relevantie duidelijk.



Figuur 3 – Voorbeeld van een tijdslijn gebaseerd op *Xenics nv*, Haasrode – Belgium [3].

Fase 3: Creatieve fase

In fase drie ontwikkelen de leerlingen zelf een eigen product/dienst (en een gerelateerde virtuele spin-off) en/of een kunstwerk of demo of (3D)-model en/of een experiment. De creatieve fase steunt op de eerste en tweede fase en op wat de leerlingen daar geleerd hebben. Typisch eindigt het traject met het opstellen van een eindwerk en de presentatie ervan:

- Via het Spin-Off Ambassadeurschap stellen de deelnemende leerlingen het traject voor aan andere klassen van dezelfde school (ter inspiratie) en/of op een opendeurdag aan andere leerlingen en aan ouders.

- Typisch wordt ook een Spin-off-dag georganiseerd waarbij de leerlingen hun eindwerk voorstellen aan een jury van experts.

De criteria uit figuur 4 worden door de jury in rekening gehouden bij het toekennen van de ‘Quantum SpinOff Diploma’s’.

Voorbeeldtraject van een klas in het schooljaar 2016-2017

Als voorbeeld ter illustratie van het gevolgde traject, hebben we gekozen voor de klas van KaSO Harlindes en Relindes Maaseik die het Quantum SpinOff Golden Award 2017 heeft veroverd. Bijzonder aan het traject van deze school is de samenwerking tussen leerlingen van een ASO-richting (algemene richting) die de wetenschappelijke kanten van het project hebben opgevolgd en van een TSO-richting (technische richting) die de technische kanten hebben opgevolgd. De klas werd begeleid door een onderzoeker van Electrical Engineering (ESAT) TC, Technology Campus Diepenbeek (KU Leuven Diepenbeek) die het onderwerp ‘Drones’ heeft toegewezen. De leerlingen en hun leerkrachten hebben ook een bezoek kunnen brengen aan het bedrijfje Dronematrix in Hasselt.

1	Presenteer je tijdslijn
2	Stel een centraal fysisch idee uit je tijdslijn voor
3	Stel de technologie uit je tijdslijn voor
4	Stel de ondernemerschap uit je tijdslijn voor
5	Stel je kunstwerk, demo, (3D)-model of experiment of product/dienst voor
6	Responsible Research and Innovation relevantie (RRI) aantonen voor de fysica, de technologie of het ondernemerschap

Figuur 4 – Criteria voor de toekenning van het Quantum SpinOff diploma.

De leerlingen hebben tijdens het traject de verschillende onderdelen van een drone bestudeerd volgens de wetenschappelijke principes (fysica), de werking (technologieën), en de evolutie ervan in het verleden/heden en de verwachtingen voor de toekomst (tijdslijn).

Als eigen toepassing hebben ze C-me ontwikkeld, een hoogvliegende livestream app waarbij iedereen, wereldwijd, dronebeelden kan delen en streamen. De app kan gebruikt worden voor recreatief gebruik, maar ook voor hulpdiensten bij branden, voor verkeer, in het onderwijs en zelfs bij defensie. De app is te gebruiken met een eigen zelfgebouwde drone.

Als eigen toepassing hebben ze C-me ontwikkeld, een hoogvliegende livestream app waarbij iedereen, wereldwijd, dronebeelden kan delen en streamen. De app kan gebruikt worden voor recreatief gebruik, maar ook voor hulpdiensten bij branden, voor verkeer, in het onderwijs en zelfs bij defensie. De app is te gebruiken met een eigen zelfgebouwde drone.

Contact

Wie geïnteresseerd is in het ontwikkeld materiaal kan contact opnemen met Erica Andreotti, door een e-mail te schrijven aan Erica.Andreotti@ucll.be. Het materiaal is ook opgenomen op het Ark of Inquiry portal: <http://arkportal.ut.ee/#/> (Community Group: Kwantumfysica – België).

Referenties

[1] Frans, R. et al., *Quantum SpinOff Leerstations*. UCLL Diepenbeek.

[2] [Responsible research & innovation](#)

[3] [Xenics nv Infrared Solutions](#)

Contact: renaat.frans@ucll.be & erica.andreotti@ucll.be

Quantum SpinOff website: <http://spinoff.vakdidactiek.be/>