



## NATUURWETENSCHAPPEN

derde graad tso

Multimedia - Printmedia

BRUSSEL

D/2017/13.758/017

September 2017

(vervangt leerplan D/2008/7841/043)



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding en situering van het leerplan .....</b>	<b>4</b>
1.1	Inleiding .....	4
1.2	Plaats in de lessentabel .....	4
<b>2</b>	<b>Beginsituatie en instroom .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Leerlijnen .....</b>	<b>6</b>
3.1	Vormende leerlijn.....	7
3.2	Leerlijn van de eerste tot de derde graad .....	8
3.3	Leerlijn en mogelijke timing .....	12
<b>4</b>	<b>Christelijke mensbeeld .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>Algemene pedagogische wenken.....</b>	<b>15</b>
5.1	Leeswijzer bij de doelstellingen .....	15
5.2	Leerplan versus handboek .....	17
5.3	Taalgericht vakonderwijs .....	17
<b>6</b>	<b>Algemene doelstellingen .....</b>	<b>20</b>
6.1	Onderzoekend leren .....	21
6.2	Wetenschap en samenleving.....	22
6.3	Veiligheid en gezondheid .....	24
6.4	Grafieken.....	25
<b>7</b>	<b>Leerplandoelstellingen.....</b>	<b>26</b>
7.1	Voortplanting .....	26
7.2	Erfelijkheid .....	33
7.3	Evolutie.....	35
7.4	Materialen.....	37
7.5	Geluid en licht.....	41
7.6	Bewegingsleer .....	45
7.7	Elektriciteit .....	48
<b>8</b>	<b>Minimale materiële vereisten .....</b>	<b>51</b>
8.1	Algemeen.....	51
8.2	Het vaklokaal: een inspirerende leeromgeving.....	51
8.3	Materiaal voor demonstratie-experimenten .....	51

<b>9</b>	<b>Evaluatie</b> .....	<b>53</b>
9.1	Inleiding .....	53
9.2	Leerstrategieën.....	53
9.3	Proces- en productevaluatie.....	54
9.4	Groepswerk, groepstaken en leerlingenexperimenten .....	54
<b>10</b>	<b>Begrippenkader</b> .....	<b>55</b>
10.1	Leerplanbegrippen .....	55
10.2	Operationele werkwoorden gebruikt in de doelstellingen .....	55
<b>11</b>	<b>Eindtermen</b> .....	<b>57</b>



# 1 Inleiding en situering van het leerplan

## 1.1 Inleiding

Dit leerplan is van toepassing voor de studierichting Printmedia en Multimedia in de derde graad tso.

## 1.2 Plaats in de lessentabel

Om een goed overzicht te krijgen van de plaats van dit leerplan binnen het geheel van de vorming, verwijzen we naar de lessentabel op de website van het [Katholiek Onderwijs Vlaanderen](#). Deze lessentabel is richtinggevend en kan verschillen van de lessentabel die op uw school gehanteerd wordt.

## 2 Beginsituatie en instroom

De meeste leerlingen hebben al kennis gemaakt met de geïntegreerde aanpak van natuurwetenschappen (tweede graad tso/kso). Andere leerlingen komen uit studierichtingen waar ze via fysica, chemie en/of biologie hebben kennis gemaakt met wetenschappelijke begrippen en de wetenschappelijke methode. We kunnen er dus van uitgaan dat de leerlingen over voldoende basiskennis beschikken.

Volgende begrippen kwamen in **alle richtingen** van de tweede graad tso/kso (met uitzondering van de techniekrichtingen) aan bod:

- **Begrippen i.v.m. materie en materie-eigenschappen:** materiemodel: mengsel en zuivere stof, deeltjesmodel (atoom, molecule), enkelvoudige en samengestelde stof, moleculaire formules, aggregatietoestand, faseovergangen, chemische reactie, massa en massadichtheid, omgaan met stoffen in leefwereldsituaties.
- **Begrippen i.v.m. kracht en beweging:** zwaartekracht, verandering van bewegingstoestand.
- **Begrippen i.v.m. energie:** arbeid, energie- en energieomzettingen.
- **Begrippen i.v.m. druk:** kwalitatief in concrete situaties.
- **Begrippen i.v.m. licht en zien:** terugkaatsing en breking, optische toestellen (niet in techniekrichtingen).
- **Begrippen i.v.m. ecologie:** relaties tussen organismen en milieu (niet in techniekrichtingen).
- **Begrippen i.v.m. warmteleer:** warmtehoeveelheid en temperatuursveranderingen, thermisch evenwicht.

Voor meer informatie verwijzen we naar de specifieke leerlijnen die in elk leerplan vermeld staan.

### 3 Leerlijnen

Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden. Deze leerlijn situeert zich over volgende dimensies:

- **De vormende leerlijn**  
Deze leerlijn geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot en met de derde graad van het secundair onderwijs (zie 3.1).
- **De leerlijn van de eerste graad tot de derde graad**  
Deze leerlijn beschrijft de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 3.2).
- **De leerlijn binnen de derde graad tso Printmedia en Multimedia**  
Deze leerlijn beschrijft de samenhang van de thema's in het vak Natuurwetenschappen (zie 3.3).

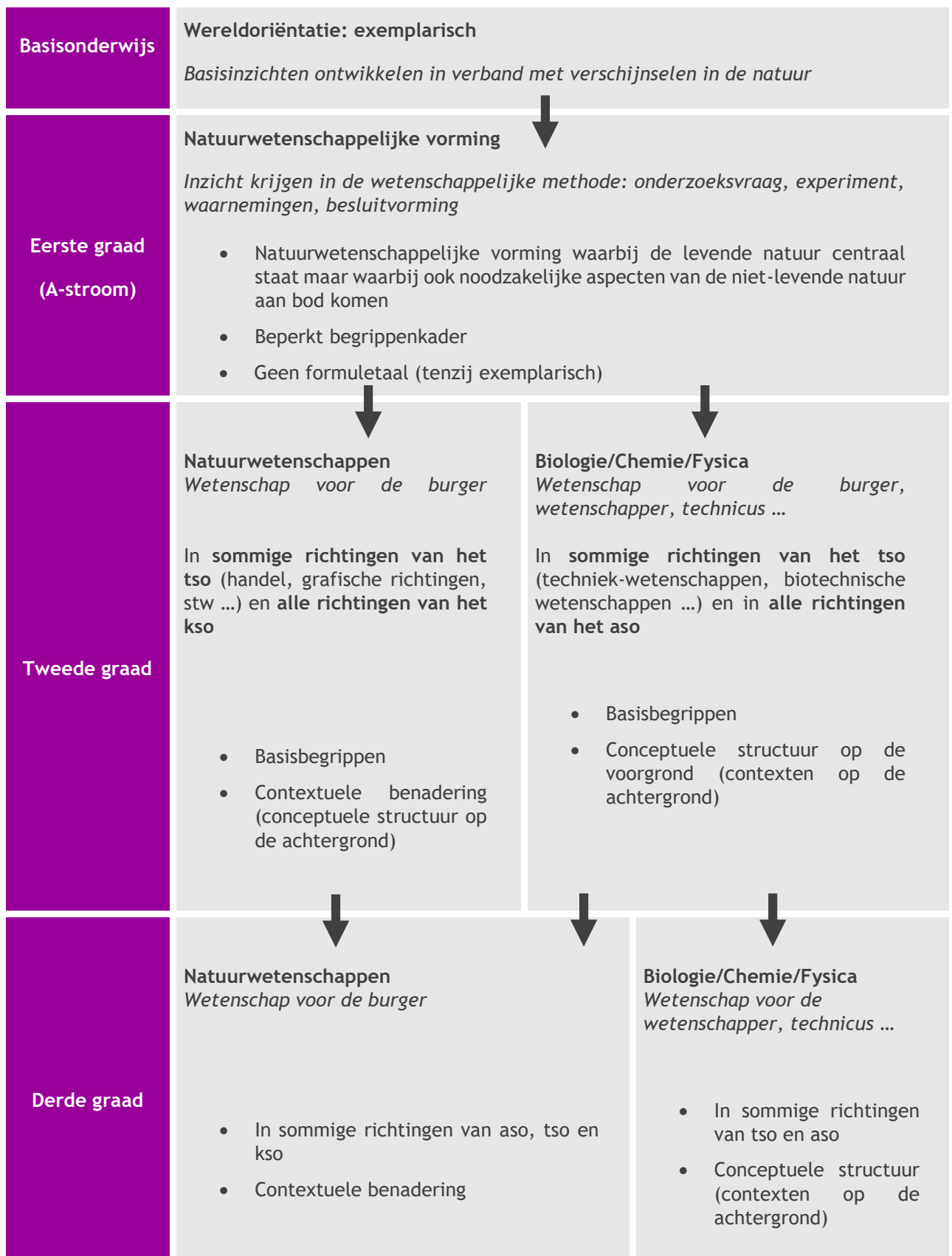
Leerplandoelstellingen vormen de bakens om deze leerlijnen te realiseren.

Eerste graad	Tweede graad	Derde graad

Leerlijnen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad

Leerlijn binnen de derde graad

### 3.1 Vormende leerlijn





### 3.2 Leerlijn van de eerste tot de derde graad

In onderstaande tabel staan alle aspecten opgenomen die aan bod kunnen komen in alle studierichtingen van het tso/kso.

In functie van de respectievelijke studierichting kunnen ook andere begrippen aan bod komen.

Om de opbouw van de leerlijn van de eerste over de tweede naar de derde graad te waarborgen - ook wat betreft tot de invulling van de (demonstratie-) experimenten - is overleg tussen vakcollega's uit andere graden noodzakelijk.

	EERSTE GRAAD	TWEEDE GRAAD	DERDE GRAAD
<b>MATERIE</b>	<u>Deeltjesmodel</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materie bestaat uit deeltjes met ruimte tussen</li> <li>De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur</li> </ul>	<u>Deeltjesmodel</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Moleculen</li> <li>Atoombouw (atoommodel van Rutherford)</li> </ul>	
	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mengsels en zuivere stoffen</li> <li>Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte</li> <li>Massa en volume</li> <li>Uitzetten en inkrimpen</li> </ul>	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stofconstanten: smeltpunt, kookpunt, massadichtheid</li> <li>Symbolische voorstelling van atomen en moleculen</li> <li>Moleculaire structuren</li> <li>Enkelvoudige/samengestelde stoffen</li> <li>Oplossingen: opgeloste stof, oplosmiddel, concentratie</li> <li>pH van een oplossing</li> <li>Water/niet-wateroplosbaar</li> </ul>	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren</li> <li>Thermoharders/thermoplasten</li> <li>Pigmenten</li> </ul>
	<u>Faseovergangen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kwalitatief</li> </ul>		



	<u>Stofomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel</li> </ul>	<u>Stofomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische reacties - reactievergelijkingen</li> <li>• Botsingsmodel</li> </ul>	
<b>SNELHEID, KRACHT EN DRUK</b>	<u>Snelheid</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kracht en snelheidsverandering</li> </ul>	<u>Snelheid</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kracht en bewegingstoestand</li> <li>• ERB</li> </ul>	<u>Snelheid</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegingen: snelheid en snelheidsveranderingen: EVRB en ECB</li> </ul>
	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp</li> </ul>	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kracht is een vectoriële grootheid</li> </ul>	<u>Krachtwerking</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constante kracht als oorzaak van een EVRB</li> <li>• Centripetale kracht bij een ECB</li> <li>• Wetten van Newton</li> </ul>
	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Magnetische</li> <li>• Elektrische</li> <li>• Mechanische</li> </ul>	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwaartekracht</li> </ul>	<u>Soorten krachten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Krachten tussen ladingen</li> </ul>
		<u>Druk</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druk bij vaste stoffen</li> <li>• Druk in gassen (m.i.v. luchtdruk)</li> </ul>	
		<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...)</li> </ul>	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur</li> </ul>
<b>ENERGIE</b>	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotosynthese</li> </ul>	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wet van behoud van energie</li> <li>• Rendement van een energieomzetting</li> <li>• Vermogen</li> <li>• Exo- en endo-energetische chemische reacties</li> </ul>	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische energie, spanning, stroomsterkte, joule-effect, risico's en veiligheid</li> </ul>



	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geleiding</li> <li>• Convectie</li> <li>• Straling</li> </ul>	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deeltjesmodel (geleiding, convectie, straling)</li> </ul>	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trillingsenergie: trillingen en golven, geluid + kenmerken</li> </ul>
	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zichtbare en onzichtbare straling</li> </ul>	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onderscheid EM-straling en geluid</li> </ul>	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EM-spectrum</li> </ul>
<b>LEVEN</b>	<u>Biologische eenheid</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cel op lichtmicroscopisch niveau herkennen</li> <li>• Organisme is samenhang tussen organisatieniveaus (cellen - weefsels - organen)</li> <li>• Bloemplanten: functionele bouw wortel, stengel, blad, bloem</li> <li>• Gewervelde dieren (zoogdier) - mens: (functionele) bouw (uitwendig-inwendig; organen-stelsels)</li> </ul>		
	<u>Soorten</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten</li> <li>• Verscheidenheid</li> <li>• Aanpassingen aan omgeving</li> </ul>		
	<u>Levend doorgeven</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Voortplanting bij bloemplanten, bij de mens</li> </ul>		<u>Leven doorgeven</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfelijkheid</li> <li>• Voortplanting</li> </ul>
	<u>Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gezondheid (n.a.v. stelsels)</li> </ul>	<u>Ecologie: relaties tussen organismen en milieu</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ecosysteem</li> <li>• Biodiversiteit</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abiotische en biotische relaties: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ voedselrelaties</li> <li>○ invloed mens</li> </ul> </li> <li>• Duurzaam leven</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invloed van de mens</li> </ul>	
	<u>Evolutie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verscheidenheid</li> <li>• Biodiversiteit vaststellen</li> <li>• Aanpassingen bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren)</li> </ul>		<u>Evolutie</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evolutietheorie</li> </ul>
WETENSCHAPPELIJKE VAARDIGHEDEN	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geleid</li> </ul>	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geleid en gericht</li> </ul>	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gericht en gericht</li> </ul>
	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Massa, volume, temperatuur, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid ...)</li> <li>• Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren</li> </ul>	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SI eenheden</li> </ul>	
	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onder begeleiding: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ grafieken interpreteren</li> <li>○ Determineerkaarten hanteren</li> </ul> </li> </ul>	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begeleid zelfstandig: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ wetmatigheden interpreteren</li> <li>○ verbanden tussen factoren interpreteren</li> </ul> </li> </ul>	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begeleid zelfstandig: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ wetmatigheden interpreteren</li> <li>○ verbanden tussen factoren interpreteren</li> </ul> </li> </ul>
	<u>Instructies</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesloten</li> <li>• Begeleid</li> </ul>		



<p><u>Microscopie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren</li> </ul>		
<p><u>Onderzoekscompetentie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Begeleid en klassikaal</li> <li>Onderzoeksstappen onderscheiden:             <ul style="list-style-type: none"> <li>onderzoeksvraag</li> <li>hypothese formuleren</li> <li>voorbereiden</li> <li>experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weergeven,</li> <li>besluit formuleren</li> </ul> </li> </ul>	<p><u>Onderzoekend leren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Begeleid de natuurwetenschappelijke methode hanteren</li> </ul>	<p><u>Onderzoekend leren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Begeleid de natuurwetenschappelijke methode hanteren</li> </ul>

### 3.3 Leerlijn en mogelijke timing

#### 3.3.1 *Verplichte thema's (ET-gebonden)*

Onderstaande timing is richtinggevend om de verschillende leerinhouden te behandelen. De volgorde van de leerinhouden houdt rekening met de denkprocessen van de leerlingen.

Verplichte thema's	Lestijden
<i>Totaal aantal lestijden: 25</i>	
Voortplanting: <ul style="list-style-type: none"> <li>De cel</li> <li>Betekenis geslachtelijke voortplanting</li> <li>Celcyclus</li> <li>Voortplanting bij de mens</li> </ul>	12u.
Erfelijkheid	8u.
Evolutie	5u.

### 3.3.2 Aanbevolen thema's

Uit de aanbevolen thema's worden er minstens twee gekozen in functie van de specificiteit van de gevolgde studierichting.

<b>Aanbevolen thema's</b> X = Sterk aanbevolen	<b>Aanbevolen aantal lestijden</b>	<b>Multimedia</b>	<b>Printmedia</b>
Materialen <ul style="list-style-type: none"><li>• Kunststoffen</li><li>• Inkten</li></ul>	7u. 8u.		X
Geluid en licht <ul style="list-style-type: none"><li>• Trillingen en golven</li><li>• Geluid</li><li>• Licht en het EM-spectrum</li></ul>	3u. 5u. 6u.	X X X	X
Bewegingsleer <ul style="list-style-type: none"><li>• Wetten van Newton, ERB en EVRB</li><li>• De eenparig cirkelvormige beweging</li></ul>	15u.		
Elektriciteit	12u.		



## 4 Christelijke mensbeeld

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Dit leerplan Natuurwetenschappen biedt kansen om in de verschillende studierichtingen waarden aan te reiken:

respect voor de medemens;

- focus op talent;
- respectvol omgaan met eigen lichaam;
- solidariteit;
- verbondenheid;
- zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met eigen geloof, andersgelovigen en niet-gelovigen;
- vanuit eigen spiritualiteit omgaan met ethische problemen.

De houding, de competenties, interactievaardigheden en de persoonlijkheid van de leraar kunnen de betrokkenheid en het welbevinden van de leerling positief beïnvloeden.

De leraar creëert kansen voor de leerling om het geleerde een eigen betekenis en zin te geven in het leven. De houding, de competenties, de interactievaardigheden, de persoonlijkheid van de leraar en de manier waarop hij in het leven staat, kunnen de betrokkenheid en het welbevinden van de leerling positief beïnvloeden.

De vakkennis en competentie van de leraar staan garant voor een soort deskundigheid. De zorg, gedrevenheid en begeestering van de leraar (meesterschap van de leraar) inspireren de leerling in zijn groei. Dit meesterschap stimuleert de aandacht en de interesse van de leerling, daagt de leerling uit om te leren en plezier te hebben in het leren.

**Bezielende leraren zijn altijd bezielde leraren.**

## 5 Algemene pedagogische wenken

### 5.1 Leeswijzer bij de doelstellingen

#### 5.1.1 Algemene doelstellingen (AD)

De algemene doelstellingen (AD) slaan op de **brede, natuurwetenschappelijke vorming**. Algemene doelstellingen worden gerealiseerd binnen leerinhouden die door leerplandoelstellingen worden bepaald.

Nummer algemene doelstelling	Verwoording doelstelling	Verwijzing naar eindterm
AD1	<b>NATUURWETENSCHAPPELIJKE METHODE</b> Een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese of onderzoeksvoorstel over deze vraag formuleren.	NW 5 NW 6
<b>Wenken</b> <p>Deze algemene doelstelling wordt geïntegreerd aangepakt bij de didactische uitbouw van de lessen natuurwetenschappen.</p> <p>Een experiment start bij een (onderzoeks-)vraag waarop men eerst een hypothese (verwachting) formuleert. Het experiment bevestigt of verwerpt de hypothese. Nadien kan men via reflectie veralgemenen. Een demonstratie-experiment wordt niet louter als een illustratie van de theorie gezien.</p> <p><b>Link met het leerplan van de eerste graad</b></p> <p>Deze algemene doelstelling komt ook voor in het leerplan natuurwetenschappen van de eerste graad.</p> <p><b>Link met het leerplan van de tweede graad</b></p> <p>In de tweede graad wordt er op een systematische manier verder aan deze algemene doelstelling gewerkt en worden de bouwstenen van natuurwetenschappen aangebracht.</p>		

Wenken

## 5.1.2 Doelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis**. Dit is **het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichtingen**. De basisdoelstellingen zijn bepalend voor de evaluatie. De basisdoelstellingen worden in dit leerplan genummerd als B1, B2...

Bij sommige basisdoelstellingen kan de leerkracht uitbreidend gaan werken. Deze uitbreidende doelstellingen worden in dit leerplan genummerd als U12, U18... Het cijfer, volgend op de "U", geeft aan bij welke basisdoelstelling de uitbreidende doelstelling hoort. Een uitbreidende doelstelling beoogt een extra leerinhoud bij de basisdoelstelling. Uitbreidende doelstellingen vormen een aanvulling bij de evaluatie en hebben als doel de leerling extra advies te kunnen geven.

In elke doelstelling is de leerstrategie en het beheersingsniveau (werkwoord) "**vetjes**" aangeduid. De operationele formulering maakt een verbinding tussen het leerproduct (het inhoudelijk) en het leerproces (de leerstrategie). Centraal in dat leerproces staat het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar **actief leren**.

Voorbeelden van strategieën die in de leerplandoelstellingen van dit leerplan voorkomen zijn:

- **Aan de hand van afbeeldingen en schema's... herkennen en benoemen**
- ...functie **toelichten**
- ...duiden ...
- ...verduidelijken door het verband te leggen
- ...beschrijven...

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten ook deze strategieën getoetst worden.

<b>B12</b>	Aan de hand van afbeeldingen de bevruchting en innesteling op een eenvoudige manier <b>toelichten</b> .	NW 3
<b>U12</b>	De ontwikkeling van het embryo, de foetale groei en de geboorte <b>beschrijven</b> .	NW 3

**Wenken**

De geslachtsorganen (primaire geslachtkenmerken) produceren vanaf de puberteit geslachtshormonen, die de secundaire geslachtkenmerken doen ontstaan. Vanaf de puberteit manifesteren zich dan ook belangrijke verschillen tussen man en vrouw op gebied van ...



### 5.1.3 *Wenken*

Wenken zijn niet-bindende adviezen om de lessen doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen.

#### **Link met het leerplan van de eerste graad en Link met het leerplan van de tweede graad**

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen geleerd hebben in de eerste graad en tweede graad. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

#### **Suggesties voor leerlingexperimenten en demonstratie-experimenten**

Bij de wenken staan leerlingexperimenten of demonstratie-experimenten vermeld.

## 5.2 **Leerplan versus handboek**

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Sommige doelstellingen bepalen welke strategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

- Aan de hand van afbeeldingen en schema's...herkennen, benoemen en de functie toelichten
- ...duiden...
- ...verduidelijken door het verband te leggen...
- ...beschrijven...
- ...kwalitatief toepassen...
- ...structuren verbinden met macroscopische eigenschappen...
- ...voorstellen als...
- ...herkennen als...
- Uit waarnemingen afleiden...
- Het belang van... illustreren aan de hand van een voorbeeld

Bij het uitwerken van lessen en het gebruik van een handboek moet het leerplan steeds het uitgangspunt zijn. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen.

## 5.3 **Taalgericht vakonderwijs**

Taal en leren zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Die verwevenheid vormt de basis van het taalgericht vakonderwijs. Het gaat over een didactiek die, binnen het ruimere kader van een schooltaalbeleid, de taalontwikkeling van de leerlingen wil bevorderen, ook in het vak natuurwetenschappen. In dit punt willen we een aantal didactische tips geven om de lessen natuurwetenschappen meer taalgericht te maken. Drie didactische principes: context, interactie en taalsteun wijzen een weg, maar zijn geen doel op zich.



### 5.3.1 *Context*

Onder context verstaan we het verband waarin de nieuwe leerinhoud geplaatst wordt. Welke aanknopingspunten reiken we onze leerlingen aan? Welke verbanden laten we henzelf leggen met eerdere ervaringen? Wat is hun voorkennis? Bij contextrijke lessen worden verbindingen gelegd tussen de leerinhoud, de leefwereld van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.

Leerlingen van de 3de graad hebben in het basisonderwijs, de eerste en de tweede graad van het secundair onderwijs heel wat kennis verworven. Daarom wordt bij de leerplandoelstellingen, daar waar zinvol, de link met de eerste en/of de tweede graad aangegeven.

Door gericht voorbeelden te geven en te vragen, door kernbegrippen op te schrijven en te verwoorden, door te vragen naar werk- en denkwijzen... stimuleren we de taalontwikkeling en de kennisopbouw.

### 5.3.2 *Interactie*

Leren is een interactief proces: kennis groeit doordat je er met anderen over praat. Leerlingen worden aangezet tot gerichte interactie over de leerinhoud, in groepjes (bv. bij experimenteel werk) of klassikaal. Opdrachten worden zo gesteld dat leerlingen worden uitgedaagd om in interactie te treden. Enkele concrete voorbeelden:

- Leerlingen wisselen van gedachten tijdens het uitvoeren van (experimentele) waarnemingsopdrachten.
- Klassikale besprekingen waarbij de leerling wordt uitgedaagd om de eigen mening te verwoorden en om rekening te houden met de mening van anderen.
- Leerlingen verwoorden een eigen gemotiveerde hypothese bij een bepaalde (onderzoeks)vraag.
- Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

### 5.3.3 *Taalsteun*

Leerkrachten geven in een klassituatie vaak opdrachten. Voor deze opdrachten gebruiken ze een specifieke woordenschat die we 'instructietaal' noemen. Hierbij gaat het vooral over werkwoorden die een bepaalde actie uitdrukken (vergelijk, definieer, noteer, raadpleeg, situeer, vat samen, verklaar...). De betekenis van deze woorden is noodzakelijk om de betekenis van de opdracht te begrijpen.

Leerlingen die niet voldoende woordkennis hebben in verband met instructietaal, zullen problemen hebben met het begrijpen van de opdrachten die gegeven worden door de leerkracht, niet alleen bij mondelinge maar ook bij schriftelijke opdrachten zoals toetsen en huistaken.

Opdrachten moeten voor leerlingen talig toegankelijk zijn. Bij het organiseren van taalsteun worden lessen, bronnen, opdrachten, examens... begrijpelijker gemaakt voor de leerlingen.

Het onderscheid tussen dagelijkse en wetenschappelijke context moet een voortdurend aandachtspunt zijn in het wetenschapsonderwijs. Als we in de dagelijkse context bijvoorbeeld spreken van 'gewicht' dan bedoelen we in een wetenschappelijke context eigenlijk 'massa'.

#### 5.3.4 *ICT*

ICT is algemeen doorgedrongen in de maatschappij en het dagelijks leven van de leerling. Sommige toepassingen kunnen, daar waar zinvol, geïntegreerd worden in de lessen natuurwetenschappen.

- als leermiddel in de lessen: visualisaties, informatieverwerving (opzoeken van informatie in elektronische gegevensbanken, mindmapping...);
- bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten: chronometer, fototoestel, apps, sensoren(vb. grafisch aantonen van de invloed van een bepaalde parameter...);
- voor tools die de leerling helpen bij het studeren: leerplatform (inoefenen van concepten en vaardigheden met behulp van digitaal lesmateriaal al of niet geïntegreerd met een elektronische leeromgeving) apps...;
- bij opdrachten zowel buiten als binnen de les: toepassingssoftware, leerplatform... actief en ontdekkend leren aan de hand van bijvoorbeeld vraag gestuurde presentaties;
- bij communicatie;
- ...



## 6 Algemene doelstellingen

We vertrekken in dit leerplan vanuit algemene doelstellingen. Het realiseren van deze algemene doelstellingen gebeurt binnen contexten die worden bepaald door de leerplandoelstellingen.

Concreet betekent dit dat je dit leerplan realiseert door enerzijds de leerplandoelstellingen invulling te geven vanuit de leef- en/of interessewereld van de leerling en anderzijds door de algemene doelstelling m.b.t. ‘Onderzoekend leren’ hierin te integreren.

Natuurwetenschappen is in essentie een probleemherkende en -oplossende activiteit. Het hanteren of stellen van onderzoeksvragen en hypothesen, het uitvoeren van (demo-) experimenten, het reflecteren (over denkbeelden, waarnemingen en onderzoeksresultaten) zijn aspecten die essentieel zijn om te leren hoe wetenschappelijke kennis tot stand komt.

Hierbij is een leerlingenexperiment een mogelijke maar niet-verplichte werkvorm. Bij de didactische wenken worden wel leerlingenexperimenten en onderzoeksonderwerpen toegelicht.

Het leerplan Natuurwetenschappen 3 de graad tso Multimedia en Printmedia is een graadleerplan voor 1 of 2 wekelijkse lestijden per week naar gelang de keuze die de school maakt.

Tijdens de (demonstratie)-experimenten, die verplicht zijn, wordt de nodige aandacht besteed aan:

- het veilig werken door o.a. het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen.
- formules kwalitatief in contexten te hanteren om verbanden te begrijpen en te verduidelijken. Het kwalitatief hanteren van formules wordt verduidelijkt bij de wenken van de leerplandoelstellingen.
- het persoonsgerichte en het maatschappelijke belang zichtbaar te maken. Vooral de algemene doelstellingen m.b.t. ‘Wetenschap en samenleving’ komen hier in het vizier.

Deze visie van wetenschappelijke geletterdheid (contexten, lesdidactiek, omgaan met formules, persoonsgericht en maatschappelijk belang) wordt zowel in de leerplandoelstellingen als de wenken geëxpliciteerd.

## 6.1 Onderzoekend leren

AD1

### NATUURWETENSCHAPPELIJKE METHODE

Onder begeleiding illustreren dat natuurwetenschappelijke kennis wordt opgebouwd via de natuurwetenschappelijke methode.

#### Wenken

Deze algemene doelstelling wordt geïntegreerd aangepakt bij de didactische uitbouw van de lessen natuurwetenschappen o.a. via demonstratie-experimenten.

Hierbij wordt een demonstratie-experiment niet louter als een illustratie van de theorie gezien. Een experiment start bij een (onderzoeks-)vraag waarop men eerst een hypothese (verwachting) formuleert. Het experiment bevestigt of verwerpt de hypothese. Nadien kan men via reflectie veralgemenen (bv. in een formule).

Door sterk betrokken te zijn bij demonstratieproeven worden de leerlingen geleidelijk aan meer vertrouwd met de **wetenschappelijke methode**.

De leerlingen verwerven bepaalde vaardigheden waardoor ze in staat zijn om:

- doelgericht waar te nemen;
- uit waarnemingen gepaste conclusies te trekken;
- een eigen mening te formuleren op basis van wetenschappelijke argumenten;
- rekening te houden met de mening van anderen;
- van de opgebouwde hypothese en/of het opgebouwde model gebruik te maken om chemische, biologische of fysische processen voor te stellen en te verduidelijken;
- de **computer en bijbehorende software te hanteren voor het verwerven van informatie en het verwerken van gegevens**.

#### Link met het leerplan van de eerste graad

Deze algemene doelstelling komt ook voor in het leerplan natuurwetenschappen van de eerste graad. In de tweede graad werken we op een systematische manier verder aan deze algemene doelstelling.

#### Link met het leerplan van de tweede graad

In de tweede graad werden de **bouwstenen** van natuurwetenschappen aangebracht. Ook aan de wetenschappelijke **methode** werd in de tweede graad via onderzoekend leren reeds ruime aandacht geschonken.



## 6.2 Wetenschap en samenleving

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld een inspiratiebron kan zijn om o.a. de algemene doelstellingen m.b.t. ‘Wetenschap en samenleving’ vorm te geven. Deze algemene doelstellingen, die ook al in de tweede graad aan bod kwamen, zullen nu in toenemende mate van zelfstandigheid als referentiekader gehanteerd worden.

Enkele voorbeelden die vanuit een christelijk perspectief kunnen bekeken worden:

- de relatie tussen wetenschappelijke ontwikkelingen en het ethisch denken;
- duurzaamheidsaspecten zoals solidariteit met huidige en toekomstige generaties, zorg voor milieu en leven;
- respectvol omgaan met ‘*eigen lichaam*’ (seksualiteit, gezondheid, sport);
- respectvol omgaan met het ‘*anders zijn*’: anders gelovigen, niet-gelovigen, genderverschillen.

<b>AD2</b>	<b>MAATSCHAPPIJ</b> <b>De wisselwerking tussen natuurwetenschappen en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.</b>	<b>NW 6</b>
<p><b>Wenken</b></p> <p>In de tweede graad kwamen al ecologische, ethische en technische aspecten aan bod. In de derde graad komen er socio-economische en filosofische aspecten bij.</p> <p>De wisselwerking kan geïllustreerd worden door de wederzijdse beïnvloeding (zowel negatieve als positieve) van wetenschappelijk-technologische ontwikkelingen en de maatschappij. Ook het belang van de ‘sociobiologie’ (evolutionaire betekenis en ontwikkeling van sociaal gedrag bij mens en dier) kan hier ter sprake komen.</p> <p>Bepaalde attitudes worden nagestreefd zodat de leerlingen er op ingesteld zijn om:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• waarnemingen en informatie objectief en kritisch voor te stellen en de eigen conclusies te verantwoorden;</li><li>• zich correct in een wetenschappelijke taal uit te drukken;</li><li>• feiten te onderscheiden van meningen en vermoedens;</li><li>• weerbaar te zijn in onze technologische maatschappij (pro’s en contra’s);</li><li>• met anderen samen te werken, naar anderen te luisteren en de eigen mening zo nodig te herzien;</li></ul>		

• ...

Concrete toepassingen kunnen aan bod komen in de leerplandoelstellingen B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14 en B15, B16, B17, B18, B19.

Bedrijven gebruiken natuurwetenschappelijke toepassingen om te innoveren. Tal van deze op biologisch inzichten gebaseerde technieken kunnen vanuit ethisch standpunt kritisch benaderd worden zoals therapeutisch en reproductief klonen, prenatale/genetische diagnostiek en de toegang tot deze informatie, verantwoordelijkheid t.o.v. voeding en gezondheid, de ontwikkeling van biobrandstoffen en het verlies van landbouwgrond voor voedingsgewassen...

Dat de mens ook een product is van evolutie is vanuit filosofisch (levensbeschouwelijk) oogpunt een interessant gegeven. Het spanningsveld tussen godsdienst en wetenschap kan hier ter sprake komen.

<b>AD3</b>	<b>CULTUUR</b> <b>Illustreren dat natuurwetenschappen behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.</b>	<b>NW 6</b>
------------	---	-------------

### Wenken

Leerlingen kunnen verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en worden overgedragen aan toekomstige generaties. Zo zijn begrippen als gen, DNA, straling, energie, kunststof... in het dagelijks taalgebruik doorgedrongen.

Enkele suggesties:

- de evolutietheorieën van De Lamarck en Darwin;
- kennis dat kenmerken van generatie naar generatie overgaan;
- een kritische houding aannemen tegenover theorieën die de evolutie tegenspreken (creationisme, Intelligent Design);
- belang van de 'sociobiologie' (evolutionaire betekenis en ontwikkeling van sociaal gedrag bij mens en dier).

Leerlingen kunnen voorbeelden geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen en deze een plaats geven in de culturele en maatschappelijke context.

- ontdekking van het DNA door Watson and Crick;
- Human Genome Project;
- evolutietheorie;
- de ontwikkeling van de biotechnologie en genetische gemanipuleerde (gemodificeerde) organismen in geneeskunde, veeteelt en landbouw.





<b>AD4</b>	<b>DUURZAAMHEID</b> Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken <b>wetenschappelijke principes hanteren</b> die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.	<b>NW 5</b>
<p><b>Wenken</b></p> <p>Enkele voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen Natuurwetenschappen (zie basisdoelstellingen B13, B15, B16):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• aandacht voor de eigen gezondheid en deze van anderen;</li><li>• respect voor het leefmilieu;</li><li>• gebruik van GGO's: <i>bacteriën vangen zware metalen, uranium en ander radioactief afval</i>;</li><li>• milieuvriendelijke alternatieven voor chemische processen: <i>enzymen bij biologische wasmiddelen, biologisch afbreekbare plastics, waterzuivering met actief slib</i>.</li><li>• ...</li></ul> <p>Link met leerplan Aardrijkskunde derde graad tso/kso 2017/010 nummers leerplandoelstellingen 31, 33, 34, 37</p> <p>Overleg met de leraar aardrijkskunde is aangewezen.</p>		

### 6.3 Veiligheid en gezondheid

<b>AD5</b>	<b>VEILIGHEID EN GEZONDHEID</b> Illustreren dat verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid gebaseerd is op <b>wetenschappelijke principes</b> .	<b>NW 6</b>
<p><b>Wenken</b></p> <p>Concrete toepassingen kunnen aan bod komen in de leerplandoelstellingen: B13, B15 en B16.</p> <p>Voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen biologie:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• een condoom gebruiken in de strijd tegen AIDS en andere soa's;</li><li>• het belang van de prenatale zorg, en het belang van de gezonde leefwijze van de zwangere vrouw kan benadrukt worden;</li><li>• de invloed van mutagene milieufactoren (chemische stoffen, stralingen...) op het ontstaan en de frequentie van mutaties (en kanker) kan aan de hand van voorbeelden toegelicht worden;</li><li>• ...</li></ul>		



Ook bij het uitvoeren van (demonstratie-)experimenten en het aanbrengen van bepaalde wetenschappelijke concepten kunnen inzichten m.b.t. veiligheid en gezondheid aan bod komen.

- Bij het werken met chemicaliën houdt men rekening met de richtlijnen zoals weergegeven in de COS-brochure (COS: Chemicaliën op School - de meest recente versie is te downloaden van [www.kvcv.be](http://www.kvcv.be)).

## 6.4 Grafieken

AD6

### GROOTHEDEN EN EENHEDEN

Courante grootheden en SI-eenheden **hanteren** en bij berekeningen waarden **correct weergeven**.

#### Wenken

Een aantal voorbeelden uit de leefwereld geeft leerlingen een gevoel van grootteorde.

Alhoewel het toepassen van de SI-eenheden verplicht is, zijn er sommige niet SI-eenheden zoals °C, bar en km/h relevant.

Het hanteren van veelvoud en delen van SI-eenheden kan best enkel gebruikt worden in betekenisvolle situaties. Voorbeelden hiervan zijn de luchtdruk in hPa, massadichtheid in g/cm<sup>3</sup>, vermogen in kW of MW, energie in kJ of kWh.

Leerlingen zijn er zich van bewust dat cijfers communiceren met anderen impliciete informatie bevat over de fout/nauwkeurigheid van de metingen en berekeningen. Het oordeelkundig gebruik van beduidende cijfers is hierbij aangewezen.

AD7

### GRAFIEKEN

Grafieken met meetresultaten **interpreteren**.

#### Wenken

'Interpreteren' kan betekenen (naargelang de situatie):

- recht en omgekeerd evenredige verbanden tussen grootheden ontdekken;
- stijgen en dalen van een curve herkennen;
- steilheid en vorm van een curve herkennen, benoemen of koppelen aan een grootheid;
- oppervlakte onder een curve koppelen aan een grootheid.

## 7 Leerplandoelstellingen

### Deel 1: Verplichte thema's

#### 7.1 Voortplanting

(ca. 12 lestijden)

##### 7.1.1 De cel

<b>B1</b>	De cel <b>duiden</b> als morfologische, functionele en fysiologische basiseenheid van de levende materie.	
<b>B2</b>	<b>Aan de hand van afbeeldingen en schema's</b> microscopisch waarneembare organellen van een dierlijke cel <b>herkennen</b> en <b>benoemen</b> en hun functie <b>toelichten</b> .	
<b>B3</b>	<b>Aan de hand van afbeeldingen en schema's</b> enkele submicroscopisch waarneembare organellen van dierlijke cel <b>herkennen</b> en <b>benoemen</b> en hun functie <b>toelichten</b> .	
<b>B4</b>	De functie en betekenis van de celkern <b>toelichten</b> .	NW 2

#### Wenken

In de cel worden de verschillende functies uitgevoerd door verschillende celorganellen. De vergelijking met de functie van de organen in het menselijk lichaam kan hier aan bod komen.

Door de bespreking van de celorganellen komen de leerlingen tot het inzicht dat de cel grotendeels autonoom haar levensfuncties vervult.

Er kan geduid worden dat vele functies uitgevoerd worden door organellen die enkel submicroscopisch zichtbaar zijn. De organellen worden besproken in functie van wat er nodig is om celdeling en de voortplanting te begrijpen.

De volgende functies van de organellen in de cel kunnen vermeld worden: coördinatiefunctie, transportfunctie, verpakkingsfunctie, synthesefunctie, afbraakfunctie, opslagfunctie, verdedigingsfunctie, energiefunctie, barrièrefunctie.

Submicroscopische kunnen volgende celorganellen aan bod komen: kern, mitochondriën, lysosomen, vacuolen, ruw en glad endoplasmatisch reticulum, ribosomen, golgi-apparaat, cytoskelet, centrosoom/ centriolen, celwand, celmembraan.

Aangezien de cel een driedimensionaal geheel is, kies bij voorkeur een afbeelding die enig dieptezicht weergeeft.

Voorbeelden van maatschappelijke aspecten die hier aan bod kunnen komen (AD2):

- mitochondrie en celademhaling: veiligheid en gevaren van het inademen van giftige stofdeeltjes voor de longen en de opname van zuurstofgas en de celademhaling;
- kernmembraan met poriën: bepaalde stoffen wel/niet tot in de kern doordringen (kankerverwekkende stoffen);
- rol van lysosomen bij Alzheimer, gekkekoeienziekte, apoptose...
- ...

#### Suggestie voor leerlingenexperiment/demonstratie

- Lichtmicroscopische bouw en samenhang van plantaardige en dierlijke cellen onderzoeken: cellen van waterpest, rok van ui, aardappel, meeldraadharer van eendagsbloem...; cellen van het mondepitheel (binnenzijde van de wang).

#### Link met leerplan natuurwetenschappen van de eerste graad

De leerlingen hebben in de eerste graad in het vak natuurwetenschappen kennis gemaakt met de lichtoptische bouw van de cel.

Volgende aspecten kwamen er aan bod:

- samenhang tussen cel, weefsel, orgaan, stelsel, organisme illustreren met voorbeelden;
- cellen gegroepeerd in weefsels en weefsels in organen: lichtmicroscopisch afleiden;
- structuur plantaardige en dierlijke cellen op lichtmicroscopisch niveau.

**B5**

Het **begrip** genetisch materiaal **verduidelijken door het verband te leggen** tussen DNA, gen en chromosoom in haploïde en diploïde cellen.

NW 1  
NW 2

#### Wenken

De bouw van DNA uit nucleotiden, de bouw van chromatinevezels uit eiwitten en DNA en het oprollen (spiraliseren) van de chromatinevezels tot chromosomen kan aangebracht worden.

Om verwarring en misconcepten te voorkomen, is het nodig om de begrippen en beelden voor de leerlingen heel expliciet met elkaar te verbinden. Het werken met materiële dragers is hier aangewezen. Aan de hand van elektronenmicroscopische beelden, een model en/of afbeeldingen kan het verband gelegd worden tussen chromosomen, chromatinevezels en het DNA-molecule.

Aan de hand van een karyogram en tabellen met chromosomenaantallen, kan het verschil in het aantal chromosomen bij verschillende soorten, haploïd en diploïd, de verschillen tussen de chromosomen bij man en vrouw, afwijkende karyogrammen (genoommutaties) zoals bij syndroom van Down, Turner, Klinefelter... aangebracht worden. Afwijkende voorbeelden zoals aardbeien (polyploïd), bananen (3n), sociale insecten... kunnen eveneens vermeld worden.



De betekenis van de celkern als drager van de erfelijke kenmerken in de celdeling en bij de synthese van eiwitten, kan aan bod komen.

#### Suggestie voor leerlingexperiment/demonstratie

- DNA
- Modellen bouwen van DNA;
- Isolatie van DNA.

### 7.1.2 *Betekenis geslachtelijke voortplanting*

<b>B6</b>	De <b>betekenis</b> van geslachtelijke voortplanting in het voortbestaan van de soort <b>toelichten</b> .	NW 1 NW 2
<b>Wenken</b> <p>Organismen vertonen een aangeboren drang om zich voort te planten en zo het voortbestaan van de soort te realiseren.–Aan de hand van voorbeelden uit de natuur, kan men aantonen dat er door geslachtelijke voortplanting (in tegenstelling tot ongeslachtelijke voortplanting) genetische variaties tussen organismen van een zelfde soort ontstaan. Genetische variaties spelen een rol in het mechanisme van natuurlijke selectie bij evolutie.</p> <p>De noodzaak om het aantal chromosomen bij de geslachtelijke voortplanting constant te houden en de rol van meiose hierbij, kan hier al aan bod komen.</p>		

### 7.1.3 *Celcyclus*

<b>B7</b>	De structuur en replicatie van DNA <b>schematisch voorstellen en situeren</b> in de celcyclus.	NW 2
<b>B8</b>	Mitose en meiose <b>situeren</b> in de celcyclus en de betekenis van beide delingen <b>toelichten</b> .	NW 1 NW 2
<b>B9</b>	De invloed van omgevingsfactoren op mitose en meiose <b>illustreren</b> .	NW 1
<b>Wenken</b> <p>Illustratieve software kan helpen om de bouw van DNA uit nucleotiden en de stappen van het replicatieproces van het DNA te bespreken. Er kan best geduïd worden dat dankzij het voorkomen van de complementaire basen tijdens de replicatie identieke DNA-strengen gevormd worden. DNA moleculen zijn “slimme” moleculen.</p>		

Het is niet de bedoeling het verloop van de verschillende fasen van mitose en meiose te bespreken. We kunnen de leerlingen met behulp van beeldmateriaal en schema's de mitose en meiose laten vergelijken en interpreteren en op die manier inzicht laten verwerven in de verschillen tussen beide delingen.

Zo kunnen animaties verduidelijken dat identieke cellen ontstaan bij de gewone kern- en celdeling. De bespreking van de celvermeerdering voor groei, herstel van weefsel, ongeslachtelijke voortplanting, klonen, maar ook de ongebreidelde groei van kankercellen, zullen bijdrage tot inzicht in de functie van de mitosedeling. De nadruk wordt gelegd op het ontstaan van identieke cellen.

Bij de bespreking van de meiose kunnen de volgende fundamentele inzichten aan bod komen:

- de noodzaak om bij de geslachtelijke voortplanting het aantal chromosomen van een soort constant te houden en de rol van meiose hierbij;
- de gameten, die het resultaat zijn van meiose, bezitten slechts de helft van de erfelijke informatie van de moedercel. De begrippen haploïd en diploïd worden aangebracht;
- dat de meiose deling erfelijk verschillende cellen oplevert (elke gameet is uniek door crossing-over waarbij erfelijk materiaal tussen homologe chromosomen uitgewisseld wordt en door mixing van vaderlijke en moederlijke chromosomen);
- een willekeurige en unieke eicel vormt samen met een willekeurig en unieke zaadcel een uniek individu;
- het ontstaan van variatie tussen de (erfelijk verschillende) gameten en het inzicht in het belang van variatie voor evolutie.

De factoren die de celdeling stimuleren of remmen, of volledig stil leggen, kunnen aan bod komen.

- Eenmaal de cel gedifferentieerd is, kan er in normale omstandigheden geen mitose meer optreden. Voorbeeld: Problemen bij aangroei o.a. van zenuwweefsel...
- We denken hierbij aan fysische en chemische factoren zoals :
  - straling;
  - temperatuur;
  - organische stoffen.

*De link met het ontstaan, voorkomen en met bepaalde behandelingen van kanker kan hier worden gelegd. Ook radio- en chemotherapie bij het behandelen van kanker zijn mogelijke gespreksonderwerpen.*

- De invloed van (geslacht)hormonen op de groei:
  - de groei van het kraakbeen van de lange pijpbeenderen gebeurt door mitose en wordt hormonaal geregeld, daarna volgt de verbening van een been;
  - de hormonale regeling van de groei, de groeistop en osteoporose kunnen besproken worden;



- de lengtegroei stopt rond  $\pm$  20ste levensjaar doordat kraakbeen vervangen wordt door bot;
- de groeisput bij jongens en meisjes;
- de groei tijdens de embryonale ontwikkeling.
- De meiose bij de vrouw (oögenese) en bij de man (spermatogenese) worden op gang gebracht door de geslachtshormonen.
- De temperatuur speelt bij de man een belangrijke rol.
- Klonen:
  - therapeutisch klonen en de toepassing bij de vorming van lichaamseigen weefsel (o.a. huid);
  - reproductief klonen.

#### Suggesties voor leerlingexperimenten/demonstratie

- Microscopisch onderzoek uitvoeren van mitosefiguren (worteltop van een ui, van een hyacint, van een tulp).
- Maken van een model van de verschillende fasen van een mitose (bv. pijpenkuisers, papier of plasticine).
- Maken van een model van de verschillende fasen van een meiose (bv. pijpenkuisers, papier of plasticine).

### 7.1.4 Voorplanting bij de mens

<b>B10</b>	De bouw en de functie van het voortplantingsstelsel bij man en vrouw <b>toelichten</b> .	NW 3
<b>B11</b>	De hormonale regeling van de zaadcelvorming bij man en eicelvorming en menstruele cyclus bij de vrouw <b>toelichten</b> .	NW 3
<b>B12</b>	<b>Aan de hand van afbeeldingen</b> de bevruchting en innesteling op een eenvoudige manier <b>toelichten</b> .	NW 3
<b>U12</b>	<b>De ontwikkeling van het embryo, de foetale groei en de geboorte beschrijven</b> .	NW 3

#### Wenken

De geslachtsorganen (primaire geslachtkenmerken) produceren vanaf de puberteit geslachtshormonen, die de secundaire geslachtkenmerken doen ontstaan. Vanaf de puberteit manifesteren zich dan ook belangrijke verschillen tussen man en vrouw op gebied van lichaamsbouw, manier van voortbewegen en spierontwikkeling, vetgehalte, cardiovasculair gebied (longinhoud, hartslagvolume, bloedvolume), groei, lengte, massa, (schoenmaat)... (AD3).

Men kan wijzen op het feit dat tertiaire geslachtskenmerken voornamelijk bepaald worden door cultuur, maatschappelijke waarden en normen, de leefwereld, de tijdsgeest...

Het bespreken van de bouw van het voortplantingsstelsel bij de vrouw kan men koppelen aan de vorming van voortplantingscellen (gametogenese) en de menstruele cyclus (hormonaal, morfologisch). De menstruatiecyclus kan men duiden met een diagram waarin men als synthese het parallelle verloop van eicelrijping, hormonenconcentraties, aangroei en afbraak baarmoederslijmvlies verwerkt.

Ook bij de man komt de hormonale regeling en het terugkoppelingsmechanisme tijdens de vorming van zaadcellen aan bod.

Een beknopte beschrijving van de verschillende fasen van de bevruchting is voldoende.

Hier komen ook ethische aspecten aan bod. Het is de gelegenheid om te wijzen op de verantwoordelijkheid van beide partners binnen een relatie (AD2, AD3).

### Link met het leerplan van de eerste graad

In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad is een hoofdstuk gewijd aan de voortplanting bij de mens. Aan de hand van modellen kunnen deze leerinhouden worden opgefrist en uitgediept.

Volgende leerplandoelstellingen uit dit leerplan kwamen aan bod:

- B56 Op model en beeldmateriaal de belangrijkste voortplantingsorganen van man en vrouw herkennen, benoemen en hun functie weergeven.
- B57 Primaire en secundaire geslachtskenmerken onderscheiden.
- B58 Eicelrijping, eisprong, vruchtbare periode en menstruatie weergeven en op een tijdlijn van de menstruatiecyclus aanduiden.
- B59 De belangrijkste fasen vanaf de coïtus tot de geboorte weergeven.

**B13**

De **invloed** van omgevingsfactoren op de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus **bespreken**.

NW 1  
NW 3  
NW 6

### Wenken

Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat teratogene factoren zoals geneesmiddelen, drugs, nicotine, alcohol, ziekteverwekkers, stress, knellend ondergoed, stralingen de ontwikkeling van embryo en de groei van de foetus beïnvloeden. Hier kan men een link leggen met AD2 en AD5.

Bij de prenatale diagnostiek kan er een onderscheid gemaakt worden tussen de routinematige controles en de technieken toegepast bij risicozwangerschappen zoals vruchtwaterpunctie, chorionvlokkentest.



<b>B14</b>	Belangrijke middelen om zwangerschap te voorkomen, <b>benoemen</b> en hun betrouwbaarheid <b>vergelijken</b> .	NW 3
<b>B15</b>	Illustreren dat er <b>mogelijkheden</b> bestaan om vruchtbaarheid te stimuleren.	NW 3 NW 5 NW 6
<b>B16</b>	Enkele voorzorgsmaatregelen <b>beschrijven</b> om soa's te vermijden.	NW 5 NW 6

### Wenken

Men maakt onderscheid tussen hormonale middelen en niet-hormonale middelen. Het is belangrijk dat leerlingen inzien hoe deze inwerken op de eierstok (stock of voorraad van eitjes) en baarmoedercyclus zoals barrièremiddelen (o.a. het spiraaltje, het condoom), kalender- temperatuurmethode, sterilisatie...

Contraceptiva worden benaderd vanuit de actualiteit, de betrouwbaarheid en de werking.

Volgende technieken die de vruchtbaarheid stimuleren kunnen aan bod komen: kunstmatige inseminatie (KID), in-vitrofertilisatie (IVF), intracytoplasmatische sperma injectie (ICSI), in-vitro-maturatie (IVM), donoreicel, donorzaadcel...

Het is belangrijk de voor- en nadelen van de methoden van anticonceptie en de vruchtbaarheidsbehandeling te bediscussiëren met de leerlingen. Het belang van een gezonde en duurzame levenswijze om zwanger te worden kan aan bod komen en ethische aspecten bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap, noodpil, abortus... kunnen besproken worden. (AD2, AD4 en AD5)

Het inzicht op de noodzaak van preventie van soa's primeert op een systematische studie van verschillende aandoeningen (AD2, AD4 en AD5). Het biologisch inzicht in het verloop en de behandeling zou bij de leerlingen moeten resulteren in een verantwoord en duurzaam gedrag.

Het verschil tussen bacteriële en virale infecties en het gepast gebruik van antibiotica kan hier aan bod komen. Soa's die aan bod kunnen komen, zijn: chlamydia, gonorrhoe, syfilis, genitale wratten, hepatitis B, Herpes genitalis, hiv-infecties, humaan papillomavirus...

Illustratiemateriaal kan je bekomen bij het CLB, arts, Sensoa (vb de koffer met voorbehoedsmiddelen). Voor medische informatie is het aangewezen de leerlingen door te verwijzen naar een arts of apotheker.

Het is zinvol om verschillende (betrouwbare) informatiebronnen te raadplegen.

### Link met het leerplan van de eerste graad

- B 60: Gebruik en functie weergeven van middelen om zwangerschap en soa's te voorkomen.



## 7.2 Erfelijkheid

(ca. 8 lestijden)

<b>B17</b>	Aan de hand van eenvoudige kruisingsschema's en/of stambomen de overerving van kenmerken bij de mens toelichten.	NW 1 NW 2
<b>B18</b>	In concrete voorbeelden de begrippen gen, dominant en recessief allel, homozygoot en heterozygoot, genotype en fenotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving hanteren.	NW 2
<b>U18</b>	De overerving van het geslacht door het verschil tussen het X- en Y-chromosoom met seks bepalende regio (SRY) (met TDF en MIS) als geslachtsbepalende factor, verduidelijken .	

### Wenken

Leerlingen hebben vaak eigen ideeën en beelden (misconcepten) over aanleg, erfelijkheid, lijken op ouders. Stambomen en kruisingsschema's helpen om wetenschappelijke inzicht te verwerven in de wetmatigheden van overerving.

De begrippen fenotype en genotype, dominante/recessieve en co-dominante allelen, homozygote en heterozygote cel komen aan bod tijdens het bestuderen van de stambomen en kruisingsschema's.

Het is belangrijk dat de leerlingen inzicht verwerven in het feit dat de meeste (menselijke) kenmerken niet door één gen maar door meerdere genen worden bepaald. Deze genen werken samen. Bovendien oefent het milieu eveneens een invloed uit op de expressie van genen. Op die manier ontstaat het fenotype.

Voorbeelden van monohybride kenmerken die nauw aansluiten bij de leefwereld van de jongere zoals mucoviscidose, Huntington, dwerggroei, tongrollen, vergroeiing van het oorlelletje, blindheid, doofheid... kunnen gebruikt worden.

Voorbeelden van X-geslachtsgebonden allelen zijn: kleurenblindheid, hemofilie, Duchenne-spierdystrofie... De stamboom van de koningshuizen in Europa is hierbij een mogelijk voorbeeld om de overerving van hemofilie te illustreren.

Genen en allelen die nog aan bod kunnen komen zijn:

- de resusfactor: het belang van de resusfactor bij bloedtransfusies en zwangerschap;
- de overerving van bloedgroepen (multiple allelen). Inzicht in het overerven van multiple allelen primeert boven de terminologie.



<b>B19</b>	<b>Aan de hand van concrete voorbeelden illustreren</b> dat de genetische informatie in het DNA tot expressie komt in kenmerken.	NW 1 NW 2
<b>B20</b>	<b>Illustreren aan de hand van voorbeelden</b> dat variatie tussen organismen ontstaat door het samenspel van genetisch materiaal en omgevingsinvloeden.	NW 1 NW 5

### Wenken

Elk gen brengt de boodschap voor een eiwit en via een eiwit komt een kenmerk tot uiting. Er zijn vele voorbeelden die aantonen dat genetische informatie in het DNA tot expressie komt in kenmerken.

Aan de hand van voorbeelden van veranderingen in het DNA, die resulteren in eiwitdefecten zoals spierdystrofie, diabetes, albinisme, jicht... krijgen de leerlingen een breder zicht op hoe genen/allelen tot expressie komen in kenmerken (AD2, AD4).

In de gentechnologie vinden we ook verschillende voorbeelden van genexpressie:

- productie van medicijnen in stamcellen (menselijk insuline, menselijk EPO);
- het ontrafelen van het genoom van de mens, bacteriën, dieren en planten;
- het opsporen van DNA-fragmenten bij forensisch onderzoek;
- het zoeken naar genmutaties;
- de diagnose van ziekten en verwantschappen;
- de ontwikkelen van GGO's (genetisch gemodificeerde organismen).

Omgevingsfactoren kunnen zowel fenotypische (niet-overerfbare) veranderingen als veranderingen in het DNA (overerfbare) doen ontstaan. Het is niet de bedoeling om diep in te gaan op alle mogelijke vormen van mutaties. De invloed van biologische, chemische en fysische factoren bij het ontstaan van mutaties kunnen verbonden worden aan aspecten van lichamelijke gezondheid (AD5). Zo is de invloed van het milieu op de bloedgroepen onbestaande (100% erfelijk) terwijl de invloed van voeding op de grootte van mensen, de ontwikkeling van hart- en vaataandoeningen... aanzienlijk is. De link naar de factoren die een invloed hebben op de zwangerschap is al eerder besproken. Ook kenmerken als intelligentie, alcoholisme, extraversie... worden op verschillende manieren door het milieu beïnvloed. Begrippen als “nature and nurture” kunnen hier aan bod komen.

## 7.3 Evolutie

(ca. 5 lestijden)

<b>B21</b>	<b>Argumenten aangeven</b> die de biologische evolutie <b>ondersteunen</b> en tegenargumenten kritisch <b>bespreken</b> .	NW 4 NW 6
<b>B22</b>	De evolutie van soorten <b>verklaren</b> volgens de theorie van de Lamarck en Darwin.	NW 4 NW 6
<b>B23</b>	<b>Met de hedendaagse opvattingen</b> over evolutie <b>verklaren</b> hoe soorten kunnen veranderen en nieuwe soorten kunnen ontstaan.	NW 1 NW 4 NW 5 NW 6

### Wenken

In verschillende wetenschappelijke disciplines zoals anatomie en embryologie, paleontologie, biochemie, moleculaire biologie, ecologie en ethologie... vinden we argumenten terug om de evolutiegedachte te ondersteunen. Je kunt aan de hand van figuren en foto's van voorbeelden een aantal van deze argumenten illustreren.

In "On the origin of species by means of natural selection" (1859) pleitte Darwin voor natuurlijke selectie als een mechanisme voor evolutie. Daarbij kun je benadrukken dat deze theorieën ontstonden voor de publicatie van het werk van Mendel.

De theorieën van Darwin en 'de Lamarck' kun je vergelijkend bestuderen.

De oorspronkelijke ideeën rond evolutie kun je uitbreiden met de begrippen mutatie, isolatie, selectie en genetische drift.

*De moderne evolutietheorie stoelt op de genetische verscheidenheid binnen een populatie, die ontstaat door de recombinatie van de genen bij elke nieuwe generatie en door mutaties. Op die verscheidenheid werken allerlei vormen van isolatie en selectie divergerend in. Door het bespreken van concrete voorbeelden komen de leerlingen tot het besef dat in al deze gevallen de genetische samenstelling van een populatie wel verandert, dus evolueert. Hierbij mag de natuurlijke selectie als sterkste drijfkracht van evolutie beschouwd worden. De natuurlijke selectie werkt zowel in de richting van aanpassing aan het milieu, als in de richting van een groeiende onafhankelijkheid ten opzichte van het milieu.*

Het is de bedoeling leerlingen te laten inzien dat adaptatie geen doelgerichte aanpassing is maar het aangepast zijn aan het milieu evolutionair voordeel biedt (variatie of mutatie). Dit is noodzakelijk om het mechanisme van evolutie goed te begrijpen.

*Je benadrukt best dat deze mechanismen een effect hebben op populaties van soorten en niet op het niveau van het individu. Met andere woorden binnen een "populatie van organismen" veranderen*



*“erfelijke” eigenschappen in de loop van de generaties als gevolg van genetische variatie, voortplanting en natuurlijke selectie na de “struggle for life”.*

#### Suggesties voor onderzoeksonderwerpen

- Uit waarnemingen op skeletten van gewervelde dieren, op afbeeldingen van hersenen, harten, ademhalingsorganen van gewervelde dieren argumenten afleiden die de biologische evolutie ondersteunen.
- Een workshop volgen in een museum van natuurwetenschappen.

Doelstelling B23 leent zich goed om te illustreren dat natuurwetenschappen behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid (AD2, AD3, AD4, AD5). Argumenten tegen de evolutietheorie worden kritisch besproken en er wordt een kritische houding aangenomen tegenover theorieën die de evolutie tegenspreken zoals creationisme, Intelligent Design...

Bedoeling is om leerlingen het inzicht bij te brengen dat de evolutietheorie gebaseerd is op natuurwetenschappelijke argumenten en geen geloofsleer is die zonder meer aanvaard moet worden maar.

**B24**

Het proces van de hominatie **illustreren**.

NW 4  
NW 6

**U24**

**Criteria hanteren die toelaten om fossiele mensachtigen op de geologische tijdschaal te plaatsen.**

NW 3

#### Wenken

In chronologische volgorde wordt de menswording gekenmerkt door: rechtop lopen, werktuigen gebruiken, de ontwikkeling van het denken en sociale intelligentie, het ontstaan van taal en cultuur (dodencultus).

Leerlingen leggen verbanden tussen de morfologische veranderingen die optreden en de stappen in het menswordingsproces. Ook de oorzaak van het ontstaan van de stappen in het hominatie proces kunnen aan bod komen. Het is niet de bedoeling om in te gaan op de verschillende morfologische kenmerken van de fossiele vormens (Hominidae). De onderlinge connectie tussen de verschillende mensachtigen (Hominidae) is immers nog vrij hypothetisch en wordt nog fel bediscussieerd. Regelmatig ontdekt men nog nieuwe fossielen die het opstellen van verwantschapsbomen tot een de ingewikkelde puzzel maken.

#### Suggestie voor onderzoeksonderwerpen

- Op foto's en tekeningen van skeletten en/of hersenen van mensachtigen de evolutie van de mens aantonen en bespreken.
- Volgen van een workshop in een museum van natuurwetenschappen (bv. KBIN).

## Deel 2: Aanbevolen leerplandoelstellingen

### 7.4 Materialen

#### 7.4.1 Kunststoffen

(ca. 7 lestijden)

**B25**

De bindingsmogelijkheden van het koolstofatoom in relatie brengen met de elektronenconfiguratie.

**B26**

Koolstofverbindingen onderscheiden uitgaande van hun molecuulstructuur: koolwaterstoffen, onvertakte/vertakte, verzadigde/onverzadigde, mono-functionele/polyfunctionele, acyclische/cyclische, aromatische.

#### Wenken

Bij de studie van koolstofverbindingen maakt men gebruik van molecuulmodellen om inzicht te verwerven in de begrippen vertakt/onvertakt, verzadigd/onverzadigd, acyclisch/cyclisch, functionele groep.

Bij de koolwaterstoffen komen de alkanen, alkenen en alkyne aan bod evenals de functionele koolstofverbindingen: halogeenalkanen, alcoholen en carbonzuren.

Men kan verwijzen naar de talloze toepassingen van koolstofverbindingen zoals:

- Campinggas;
- ontvlekkers, droogkuis, chemisch reinigen;
- polaire en apolaire oplosmiddelen: white spirit, diëthylether, oplosmiddelen in lakken en vernissen (wateroplosbare en niet-wateroplosbare vernissen);
- tafelazijn;
- ethanol in alcoholische dranken;
- aromastoffen (esters als derivaten van carbonzuren);
- plantaardige olie versus dierlijk vet.

Aandacht kan besteed worden aan organische producten (solventen) die schadelijk zijn voor het milieu en die moeten verwijderd worden via KGA. Voorbeelden zijn verfresten, white spirit ...

Indien mogelijk gebruikt men wateroplosbare vernissen, verven ...

**B27**Kunststoffen algemeen **omschrijven** als een aaneenschakeling van kleinere eenheden.**Wenken**

Je kunt gebruik maken van molecuulmodellen om de begrippen monomeer, polymeer, macromoleculen te verduidelijken. Ook het begrip polymerisatiegraad komt aan bod.

**B28**De herkomst van polymeren **situëren**.**Wenken**

Je kunt hier wijzen op de indeling op basis van de herkomst van de grondstoffen: natuurlijke, halfsynthetische en synthetische polymeren.

**B29**Kunststoffen op basis van hun thermische eigenschappen, **onderscheiden**.**Wenken**

Door het opwarmen of afkoelen van kunststoffen kan men het onderscheid tussen thermoharders, thermoplasten en elastomeren verduidelijken. Voorbeelden zijn: een lege PET-fles krimpt bij opwarmen, een leeg yoghurtpotje krimpt tot een plaatje bij opwarmen, een elastiekje verliest z'n elasticiteit in de diepvries, Bakeliet wordt niet plastisch bij opwarmen...

**B30**Het belang van kunststoffen in onze maatschappij **toelichten met enkele concrete voorbeelden**.**Wenken**

Kunststoffen zijn in onze huidige maatschappij niet meer weg te denken: verpakkingsmateriaal, sportwereld, medische wereld, huishoudtoestellen, speelgoed... Enkele concrete toepassingen kunnen besproken worden zoals:

- sportwereld: tennisracket, carbonfiets, gore-tex in kledij ...
- voedingsindustrie: bewaarfolies
- uithardende kunststoffen in tandvullingen, polyesters, valse nagels ...
- biodegradeerbare kunststoffen in verpakkingsmateriaal.

Aandacht kan besteed worden aan nieuwe ontwikkelingen zoals de zelfherstellende kunststoffen, de slimme kunststoffen en het gebruik van nanocoating bij kunststoffen.

**B31** De levensloop van een kunststof in een concreet product beschrijven.

**Wenken**

De levensloop van een kunststofproduct achterhalen kan als een opdracht aan de leerlingen gegeven worden. De zoekopdracht kan met concrete vragen gestuurd worden: welke basisgrondstoffen zijn gebruikt, welke verwerkingstechniek is toegepast (spuitgieten, extruderen ...), wat zijn de concrete toepassingen van dit product, hoe wordt het afval verwijderd en verwerkt, welke mogelijke recyclageproducten worden gevormd. Deze opdracht kan eventueel uitgewerkt worden in een OLC (open-leer-centrum) als BZL-opdracht.

Aandacht kan besteed worden aan het correct inzamelen van kunststofafval (al of niet PMD) en het aannemen van een duurzame houding i.v.m. het gebruik van verpakkingsmateriaal. Verpakking vermijden is te verkiezen boven recycleren.

## 7.4.2 *Inkten*

(ca. 8 lestijden)

**B32** Aangeven dat inkt en verf grotendeels bestaan uit een pigment, een bindmiddel en een oplosmiddel.

**B33** Het nut van de bestanddelen van inkt verwoorden.

**Wenken**

De pigmenten kunnen ingedeeld worden in:

- Kleurpigmenten:
  - anorganische pigmenten zoals chroomgeel, berlijnsblauw, kobaltblauw, ultramarijn, chromaatgroen, vermiljoen
  - organische pigmenten zoals karmijnrood, indigoblauw, Indisch geel
- zwarte pigmenten, ontstaan door onvolledige verbranding van koolstofverbindingen zoals vlamroet, lampenroet, gasroet
- witte pigmenten
  - dekkende pigmenten zoals titaanwit, zinkwit
  - transparante pigmenten zoals barietwit



Je kunt hier benadrukken dat het bindmiddel geen oplosmiddel mag zijn voor het pigment maar wel een dispersiemiddel zodat tijdens het schrijven of het drukken het oplosmiddel verdampt en het pigment gebonden wordt op het papier. Functies van het bindmiddel zijn: samenhouden van het pigment, vervoer en hechting.

*Plantaardige olie, minerale olie, natuurlijke en synthetische harsen worden hier als bindmiddel vermeld en toegelicht. Ook eventueel enkele toevoegmiddelen kunnen vermeld worden zoals geleermiddelen, wassen...*

**B34** Het onderscheid tussen Fysische en chemische drogingsmechanismen **verklaren**.

**B35** **Aangeven** welke drogingsmechanismen mogelijk zijn naargelang de soort inkt en het soort papier.

### Wenken

De drogingsmechanismen kunnen verduidelijkt worden.

- Bij de chemische droging: oxidatieve droging (gekoppeld aan polymerisatie) en stralendroging (UV en IR)
- Bij de fysische droging: absorptie en verdamping

Als solventen kunnen gegeven worden:

- alkanolen (methanol, ethanol...)
- polyolen (glycol, glycerol...)
- ketonen (aceton)
- KWS (hexaan, heptaan, toluen, xyleen...)

De milieuproblemen die hieraan verbonden zijn, kunnen besproken worden, evenals mogelijke oplossing.



## 7.5 Geluid en licht

### 7.5.1 Trillingen en golven

(ca. 3 lestijden)

**B36**

Het onderscheid tussen een trilling en een golf aan de hand van een concreet voorbeeld toelichten.

**B37**

Het onderscheid tussen longitudinale en transversale golven en tussen mechanische en elektromagnetische golven in concrete voorbeelden herkennen.

#### Wenken

Een trillende dobber veroorzaakt een golf die zich voortplant op een wateroppervlak. Men kan dit ook aantonen met een golf op een touw of in een slinky-veer.

Met behulp van applets kan men aantonen dat bij een golf de deeltjes ter plaatse trillen. Bij een golf is er geen transport van materie maar is er voortplanting van energie. Hier kan eventueel de link gelegd worden met de 'wave' in een sportstadion. Met een dik touw op de grond kan men kwalitatief de relatie tussen frequentie en golflengte aantonen.

**B38**

Het begrip golflengte toelichten en in verband brengen met frequentie en energie.

#### Wenken

Door met de hand een trilling op het beginpunt van een touw aan te leggen met een kleine frequentie en daarna met een grotere frequentie, kan het omgekeerd evenredig verband tussen frequentie en golflengte geïllustreerd worden.

### 7.5.2 Geluid

(ca. 5 lestijden)

**B39**

Het ontstaan en de voortplanting van geluid toelichten.

#### Wenken

Hier kan de werking van een aantal muziekinstrumenten gedemonstreerd worden zoals snaarinstrumenten, blaasinstrumenten, trommels ...

**B40**De kenmerken toonhoogte, toonsterkte en toonklank van een geluidsgolf **toelichten**.**Wenken**

Hoe korter een muziekinstrument is (snaarinstrumenten, blaasinstrumenten... ) hoe hoger de toon. Je kunt dit aantonen door te blazen in een half dichtgeknepen uiteinde van een rietje dat telkens korter wordt geknipt. Hier kan ook eventueel het voorkomen van infrasonen en ultrasonen en hun toepassingen aan bod komen. Via een app kan je ook het trillingspatroon van geluid zichtbaar maken en zo het begrip toonklank (klankkleur, timbre) uitleggen: een even luide la op een blokfluit klinkt bv. anders dan op een dwarsfluit.

Bij ultrasonen kan eventueel een kleine gehoortest worden uitgevoerd. Je vindt heel wat bruikbare tests op het internet zoals: <http://www.oorcheck.nl/test-jezelf/hoe-hoog-kom-jij/>. Heel wat jongeren zijn er zich niet van bewust dat ze reeds onomkeerbare gehoorschade hebben oplopen door onverstandig gebruik van oortjes: [www.hoortest.nl/hoortest.html](http://www.hoortest.nl/hoortest.html).

Bij het meten van de toonsterkte maakt men gebruik van de dB-schaal. Deze schaal is logaritmisch, waardoor een toename met 3 dB eigenlijk een verdubbeling betekent van de toonsterkte.

**B41**Het **verschijnsel** buiging experimenteel **aantonen**.**Wenken**

Interessant bij buiging is het verschillend gedrag van geluid en licht bij een deuropening of een paneel.

*Om het hoekje bij een deuropening of achter een paneel kan je het geluid horen. Het buigt zich door de opening of omheen het paneel. Dit is niet zo bij licht, vermits de golflengte van licht hiervoor te klein is. Hieruit kan de buigingsvoorwaarde duidelijk gemaakt worden. Dit verklaart bijvoorbeeld waarom een lichtmicroscop objecten kleiner dan de golflengte van het licht niet kan detecteren.*

Merk hierbij op dat buiging zich zowel aan een opening als aan een hindernis kan voordoen.

**B42**Aan de hand van voorbeelden het verschijnsel resonantie **toelichten**.**Wenken**

Voorbeelden kunnen zijn: het instorten van de Tacoma Narrows Bridge, het breken van een wijnglas, 2 gelijke stemvorken ...

**B43**Courante toepassingen van geluidsgolven **weergeven en omschrijven**.**Wenken**

Hier kan ook eventueel het voorkomen van infrasonen en ultrasonen en hun toepassingen zoals echografie aan bod komen.

Via een applet kan het dopplereffect eenvoudig worden aangetoond. Leerlingen kennen dat van een voorbijrijdende ambulance. Bij een echografie in de bloedbanen bepaalt een cardioloog hiermee de snelheid van het bloed of bepaalt het flitstoestel van de politie hoe snel je rijdt.

Wanneer je met twee lichtjes verschillende stemvorken geluid produceert, dan doen er zich zwevingen voor omdat de geluidsgolven elkaar beurtelings versterken of afzwakken.

**Suggesties voor leerlingexperimenten**

- Onderzoek van de toonhoogte, toonsterkte en toonklank

### 7.5.3 Licht en het EM-spectrum

(ca. 6 lestijden)

**B44**Het ontstaan van licht via absorptie en spontane emissie **beschrijven en hiermee de frequentie en de fase toelichten**.**Wenken**

We maken hierbij gebruik van het atoommodel van Bohr.

Bij de bespreking van het ontstaan van licht kan men oog hebben voor de verschillende soorten lichtbronnen (gloeilamp, LED-lamp, gasontladinglamp en fluorescentielamp) en hierbij de eigenschappen frequentie (monochromatisch-polychromatisch) en fase (coherent-incoherent) bespreken.

**B45**Het recht evenredig **verband** tussen energie en frequentie bij EM-straling **hanteren**.**Wenken**

Er geldt dat  $E = h \cdot f$  waarin  $h$  de constante van Planck wordt genoemd. Alle vormen van spectraalanalyse in chemie en astrofysica vinden hierin hun oorsprong.



**B46**

Enkele andere elektromagnetische golven situeren in het elektromagnetisch spectrum en enkele belangrijke toepassingen opnoemen en toelichten.

#### Wenken

- Bij Uv-straling kan wat dieper ingegaan worden op de gevolgen van het overmatig zonnen.
- Bij microgolven kan de microgolfoven aan bod komen, alsook het gebruik ervan bij GSM.

*De frequentie van 2450 MHz die in microgolfovens wordt gebruikt is vrijgegeven en wordt ook gebruikt bij WiFi en BlueTooth.*

- Het gebruik van röntgenstraling en radiogolven (MRI) bij medische beeldvorming kan ook aan bod komen.
- I.R.-straling komt voor bij warmtebronnen, alarminstallaties, afstandsbediening, ...

Het is belangrijk leerlingen te wijzen op het belang van aandacht voor eigen gezondheid en deze van anderen door hen bewust te maken van de impact van sommige EM-straling op de mens (schadelijke Uv-straling, gammastraling).

In het kader van de AD rond wetenschap en samenleving zijn er hier heel wat mogelijkheden.

**B47**

Aan de hand van waarnemingen het verschijnsel interferentie bij licht toelichten.

#### Wenken

Via de proef van Young, kan je interferentie aan twee spleten aantonen. Interferentie aan een rooster kan je met een laserpen aantonen. Dit principe gebruikt men om de verschillende kleuren waaruit licht is samengesteld te tonen. Interferentie komt ook voor bij pauwenstaarten, vlinders, zeepbellen, olie op water, weerkaatsing van licht op een cd.

**B48**

De interactie tussen licht en materie beschrijven.

#### Wenken

Mogelijkheden zijn hier: ontstaan van kleuren, werking zonnecrème, onderzoek vals geld, black light, fluostift, fluojasjes, detergent en optische witmakers, polaroid zonnebril ...

## 7.6 Bewegingsleer

(ca. 15 lestijden)

### 7.6.1 *Wetten van Newton, ERB en EVRB*

**B49** De relativiteit van rust en beweging omschrijven.

#### Wenken

Rust en beweging worden steeds bekeken t.o.v. een referentiestelsel.

**B50** Het eerste beginsel van Newton formuleren en toepassen op concrete situaties.

#### Wenken

Vanuit voorbeelden komen we tot het traagheidsbeginsel. Belangrijk hierbij is dat de resulterende kracht nul is. Bij een ERB van een fietser neutraliseren de kracht van de fietser en de wrijvingskracht elkaar. Veiligheidsmaatregelen om de negatieve gevolgen van de traagheid in het verkeer te verminderen zijn o.a. hoofdsteun (whiplash), kinderzitjes, valhelm, veiligheidsgordel, airbag, kreukelzone, compartimentering van tankwagens ...

**B51** De formule voor de snelheid hanteren in toepassingen rond de E.R.B.

#### Wenken

Het is hier niet de bedoeling om vraagstukken in verband met inhaal- en ontmoetingsproblemen op te lossen.

**B52** In concrete situaties de verschillende kenmerken van de snelheidsvector weergeven.

**B53** Aan de hand van voorbeelden aantonen dat door een resulterende kracht een snelheidsverandering ontstaat.

**B54** De versnelling definiëren als de snelheidsverandering per eenheid van tijd.

#### Wenken

Bij een resulterende kracht met dezelfde richting als de beweging (rechtlijnig) neemt de snelheid toe of af. Als de resulterende kracht een hoek maakt met de snelheidsvector, dan verandert die van richting en



heb je geen rechtlijnige beweging meer. Staat de resulterende kracht loodrecht op de snelheidsvector dan hebben we een eenparig cirkelvormige beweging.

Een voorwerp heeft een versnelling van  $1 \text{ m/s}^2$  als elke seconde de snelheid toeneemt met  $1 \text{ m/s}$ . Contextrijke voorbeelden zijn: het verkeer, kermisattracties, allerlei sporten, valschermspringer ...

**B55** De EVRB **definiëren** als een rechtlijnige beweging waarbij de snelheid gelijkmatig verandert.

#### Wenken

Als de snelheid gelijkmatig (eenparig) verandert dan is de versnelling constant.

**B56** De versnelling, de snelheid en de afgelegde weg **berekenen** bij eenvoudige problemen omtrent een EVRB zonder beginsnelheid.

#### Wenken

Hierbij kan naast andere voorbeelden eventueel de vrije val als voorbeeld worden gebruikt.

**B57**  $x(t)$ -,  $v(t)$ - en  $a(t)$ -grafieken **tekenen en interpreteren**.

#### Wenken

Bij het interpreteren kunnen ook andere dan bewegingen met beginsnelheid gelijk aan nul aan bod komen. Voorbeelden zijn eenparig vertraagde bewegingen, niet eenparig veranderlijke bewegingen, val in lucht ...

Vanuit het  $v(t)$ -diagram van een ERB en EVRB kan de afgelegde weg berekend worden als de oppervlakte onder de grafiek.

**B58** Het tweede beginsel van Newton **kwalitatief afleiden uit experimentele waarnemingen, formuleren en toepassen in concrete situaties**.

#### Wenken

Aangezien bij een EVRB de versnelling een constante vector is, blijkt hier uit dat de resulterende kracht bij een EVRB een constante vector. Om te komen tot  $F = m \cdot a$  definiëren we de eenheid van kracht als de  $\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{N}$  (newton). We kunnen hiermee aantonen dat de valversnelling  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  en de zwaarteveldsterkte  $g = 9,81 \text{ N/kg}$  op het zelfde neerkomen.

**B59**Het derde beginsel van Newton **formuleren en toelichten in concrete situaties.****Wenken**

Het derde beginsel kan visueel worden aangebracht met behulp van twee bij voorkeur verschillende dynamometers die op elkaar een kracht uitoefenen. Uit deze waarnemingsproef leren we dat krachten steeds in paren optreden. Verder stellen we vast dat bij de actie- en reactiekrachten de werklijn dezelfde is, de zin tegengesteld en de grootte gelijk. De aangrijpingspunten van de twee krachten liggen op verschillende voorwerpen zodat ze niet kunnen samengeteld worden.

Het is belangrijk te benadrukken dat actie en reactie is niet hetzelfde als oorzaak en gevolg. Alhoewel de twee krachten even groot zijn kan de versnelling van de twee systemen toch verschillend zijn.

Er zijn veel dagelijkse situaties die verband houden met het derde beginsel van Newton: gebruik van startblok in de atletiek, gebruik van roeispaan, rijdend voertuig met aanhangwagen, staartschroef bij helikopter, draaibare gazonsproeier, pneumatische hamer, reactiemotor, vuurpijl, terugslag geweer, straalmotoren, touwtrekken...

### 7.6.2 *De eenparig cirkelvormige beweging*

**B60**

Uit waarnemingen afleiden dat een centripetale kracht nodig is om een cirkelvormige beweging te hebben.

**B61**

De begrippen periode, frequentie, omtreksnelheid, hoeksnelheid, centripetale kracht toepassen bij een ECB.

**Wenken**

Bij een cirkelvormige beweging waarvan de grootte van de snelheid constant is, verandert eveneens de bewegingstoestand. De richting van de snelheidsvector verandert hier voortdurend. Er moet dus een resulterende kracht werkzaam zijn, nl. de centripetale kracht.

Bij een auto die een bocht neemt wordt de centripetale kracht geleverd door de wrijvingskracht van het wegdek op het rubber van de banden. Om een voorwerp verbonden met een touwtje rond te draaien moet je zelf de benodigde centripetale kracht uitoefenen. Het is verder niet de bedoeling om de ECB in al z'n aspecten te bestuderen.

De relatie met persenbouw komt hier best ook aan bod.



## 7.7 Elektriciteit

(ca. 12 lestijden)

**B62** Het ontstaan van twee soorten ladingen **toelichten** en de eenheid van lading **aangeven**.

### Wenken

Je kunt experimenteel het opwekken en de herverdeling van ladingen aantonen d.m.v. wrijvingsproeven (wollen doek, plastic staaf, glazen staaf). Deze experimenten kunnen in verband gebracht worden met elektrostatische verschijnselen in het dagelijks leven, zoals o.a. vonkjes bij het uittrekken van een wollen trui, statische elektriciteit bij beeldschermen en auto's, gebruik van een poetsdoek.

De eenheid van lading is nodig met het oog op de definitie van de ampère.

**B63** Het **verschil** tussen geleiders en niet-geleiders **verklaren** op basis van het al of niet voorkomen van vrije ladingsdragers.

### Wenken

Alleen de stroom in metaalgeleiders is hier relevant.

**B64** Een elektrische stroom als een netto verplaatsing van elektrische ladingen **omschrijven**.

**B65** De grootheden spanning en stroomsterkte **toelichten en meten**.

### Wenken

In een geleider gebeurt het ladingstransport via elektronen. In de praktijk gebruikt men echter de conventionele stroomzin.

Aan de hand van een eenvoudig hydrodynamisch model (waterstroommodel) kunnen de begrippen spanning, stroomsterkte en weerstand worden toegelicht.

**B66** Uit **experimentele waarnemingen** het verband tussen spanning en stroomsterkte **aantonen en toepassen**.

### Wenken

Met een elektrische stroomkring en een lampje als stroomsterkte-indicator kan men kwalitatieve waarnemingsproeven uitvoeren zoals de invloed van de grootte van de spanning op de stroomsterkte (lichtintensiteit) en de invloed van de weerstand op stroomsterkte.



**B67**Een gegeven eenvoudige elektrische schakeling **weergeven** in een schema en omgekeerd.**Wenken**

Eenvoudige toepassingen kunnen gebruikt worden ter illustratie van een elektrische schakeling: zaklamp, fietsverlichting (massasluiting langs het fietskader: er wordt slechts één draadje gebruikt om het lampje te schakelen, kringen in een huisinstallatie...).

**B68**Het joule-effect toelichten en toepassingen **bespreken**.**B69**Het elektrisch energieverbruik van een toestel en de kostprijs van het energieverbruik **berekenen** als het vermogen van dat toestel bekend is.**Wenken**

Het joule-effect kan geïllustreerd worden aan de hand van enkele huishoudtoestellen zoals wasmachine, strijkijzer, vaatwasmachine, broodrooster, koffiezetapparaat, elektrische kookplaat, straalkachels, gloeilamp...

Op de meeste huishoudtoestellen kan men het vermogen  $P$  aflezen. Men kan de stroomsterkte berekenen en vergelijken wanneer deze toestellen in werking zijn. Concrete situaties zijn o.a. laagspannings-halogeenspots (lage spanning, grote stroom), verwarmingstoestellen (groot vermogen, grote stroomsterkte), onderscheid tussen soorten lampen...

Uit het vermogen van een toestel en de gebruiksduur kan ook de elektrische energie en de kostprijs berekend worden, waarbij de eenheid kWh kan aangebracht worden. Handig hierbij is een concrete factuur waar daluur- en piekurentarief aan bod komen. Dit kan een aanzet zijn tot het bewust en spaarzaam gebruiken van energie.

**B70**Begrippen en verschijnselen in verband met de risico's bij elektrische toestellen **omschrijven**.**B71**Veiligheidsmaatregelen bij elektrische kringen en toestellen **toelichten**.**Wenken**

Het is van het allergrootste belang dat de leerlingen vertrouwd zijn met de risico's van elektriciteit (elektrocucie, overbelasting, kortsluiting, brandgevaar) en de veiligheidsmaatregelen (zekering, aarding, differentieelschakelaar).

Bij de veiligheidsvoorschriften van een toestel kan men ook het "typeplaatje" ontleden dat meestal onderaan een toestel zit.



#### Een paar aandachtspunten

- Trek de aandacht op het verschil tussen geaarde toestellen en niet-geaarde zoals de dubbel geïsoleerde toestellen.
- Belangrijk is er op te wijzen dat een differentieelschakelaar geen veiligheid biedt tegen elektrocutie.

## 8 Minimale materiële vereisten

### 8.1 Algemeen

Om de leerplandoelstellingen te realiseren, dient de school minimaal de hierna beschreven infrastructuur, materiële en didactische uitrusting ter beschikking te stellen, die beantwoordt aan de reglementaire eisen op het vlak van veiligheid, gezondheid, hygiëne, ergonomie en milieu. Dit alles is daarnaast aangepast aan de visie op leren die de school hanteert.

### 8.2 Het vaklokaal: een inspirerende leeromgeving

Leerlingen kunnen gebruik maken van een lokaal voorzien van een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn, waarbij internet voorzien is en waarin de leerkracht moderne (mobiele) communicatiemiddelen zoals pc, laptop, tablet... ter beschikking heeft.

### 8.3 Materiaal voor demonstratie-experimenten

#### 8.3.1 Algemeen

Laboratoriummateriaal voor het uitvoeren van demonstratie-experimenten: glaswerk zoals maatbekers, maatcilinders, reageerbuizen en reageerbuisrekken, petrischalen.

#### 8.3.2 Toestellen

- Microscopen
- Spanningsbron
- Thermometers
- Balans, nauwkeurigheid tot minstens 0,1 g
- Bunsenbrander of elektrische verwarmplaat
- Koelkast

#### 8.3.3 Hulpmiddelen bij experimenten en waarnemingen

- Microscoop
- Ingesloten preparaten
- Driedimensionale modellen: voortplantingsorganen van man en vrouw...
- Koffer met voorbehoedsmiddelen (eventueel via Sensoa, CLB, mutualiteit...)



- Tweedimensionale modellen: foto's, micro dia, wandplaten
- Chemicaliën:
  - Chemicaliën voor het uitvoeren van demonstratieproeven
  - Huishoudchemicaliën
  - Elementaire herkenningmiddelen en indicatoren ( o.a. voor glucose, eiwitten, vetten, water)
  - Reagentia voor eenvoudige demonstratieproeven (o.a. enzymen, solventen)
  - Kleurstoffen
  - Lijst met H- en P-zinnen en veiligheidspictogrammen

#### 8.3.4 *Veiligheid en milieu*

- Voorziening voor correct afvalbeheer van chemicaliën
- Afsluitbare kasten geschikt voor de veilige opslag van chemicaliën
- EHBO-set
- Brandbeveiliging: brandblusser, branddeken, emmer zand
- Wettelijke etikettering van chemicaliën
- Persoonlijke beschermingsmiddelen
- Recentste versie van brochure 'Chemicaliën op school' (<http://onderwijs-opleiding.kvcv.be>)

## 9 Evaluatie

### 9.1 Inleiding

Evaluëren is een middel om *feedback* te geven aan de leerling en aan de leraar. Door rekening te houden met de vaststellingen gemaakt tijdens de evaluatie kan de leerling zijn *leren optimaliseren* en de leraar zijn *didactisch handelen bijsturen*.

Evaluatie is dus een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt niet alleen plaats op het einde van dat leerproces of op het einde van een onderwijsperiode.

**De manier van evalueren** behoort tot de autonomie van de school. Het al of niet organiseren van examens en de wijze van rapporteren maakt deel uit van het schoolbeleid en de schoolteams.

### 9.2 Leerstrategieën

Onderwijs wordt niet meer beschouwd als het louter overdragen van kennis. Het ontwikkelen van leerstrategieën, van algemene en specifieke attitudes en de groei naar *actief leren* krijgt een centrale plaats in dat leerproces.

Voorbeelden van strategieën die in de leerplandoelstellingen van dit leerplan voorkomen zijn:

- ... Aan de hand van afbeeldingen en schema's.....herkennen en benoemen en hun functie toelichten
- ...duiden ...
- ...verduidelijken door het verband te leggen...
- ...beschrijven ...
- ...kwalitatief toepassen ...
- ... structuren verbinden met macroscopische eigenschappen ...
- ... voorstellen als ...
- ... herkennen als ...
- Uit waarnemingen afleiden ...
- Het belang van ... illustreren aan de hand van een voorbeeld

**Aangezien deze leerstrategieën deel uitmaken van de leerplandoelen, is het belangrijk dat ook het hanteren van deze strategieën geëvalueerd wordt.**



### 9.3 Proces- en productevaluatie

Het gaat niet op dat men tijdens de leerfase het *leerproces* benadrukt, maar finaal alleen het *leerproduct* evalueert. De literatuur noemt die samenhang tussen proces- en productevaluatie *assessment*. De procesmatige doelstellingen staan in dit leerplan vooral bij de algemene doelstellingen.

Wanneer we willen ingrijpen op het leerproces is de *rapportering, de duiding en de toelichting* van de evaluatie belangrijk. Blijft de rapportering beperkt tot het louter weergeven van de cijfers, dan krijgt de leerling weinig adequate feedback. In de rapportering kunnen de sterke en de zwakke punten van de leerling weergegeven worden maar ook eventuele adviezen voor het verdere leerproces kunnen aan bod komen.

### 9.4 Groepswerk, groepstaken en leerlingenexperimenten

Groepswerk, groepstaken en leerlingen experimenten evenwichtig evalueren is niet eenvoudig. Bij het globaal evalueren van het groepsresultaat spelen zowel procesevaluatie als de weergave van het aandeel van elk groepslid een belangrijke rol. Peerevaluatie en zelfevaluatie maken wezenlijk deel uit van de evaluatie van groepswerk.

De leerlingen krijgen vooraf inzicht in de verschillende stappen die ze moeten doorlopen, in de criteria en in de manier waarop de evaluatie gebeurt. Dit veronderstelt dat van bij het begin van het groepswerk/leerlingenexperiment onder de groepsleden duidelijke afspraken worden gemaakt over de taakverdeling, de planning, de timing en de (zelf)evaluatie.

## 10 Begrippenkader

*De begrippen zijn alfabetisch geordend.*

### 10.1 Leerplanbegrippen

- **Algemene doelstellingen:** slaan op de brede vorming. Deze doelstellingen vormen het kader waarbinnen contexten zich situeren en de leerplandoelstellingen ondergebracht worden.
- **Basisdoelstelling:** een leerplandoelstelling met leerstrategie en het verwachte beheersingsniveau.
- **Contexten:** in contextrijke lessen worden verbanden gelegd tussen de leerplandoelstelling/leerinhoud, de leefwereld en de interesses van de leerling, de actualiteit en eventueel andere vakken.
- **Leerinhouden:** bakenen de doelstellingen af en zijn richtinggevend voor het uitzetten van leerlijnen. De opgenomen leerinhouden zijn de minimaal te realiseren leerinhouden.
- **Leerlijn:** de lijn die wordt gevolgd om kennis, inzichten, vaardigheden of attitudes te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden.
- **Leerplandoelstellingen:** de bakens om de leerlijnen te realiseren.
- **Onderzoekend leren:** leren door gebruik te maken van experimentele of theoretische activiteiten met als doel nieuwe kennis te verwerven over (aspecten van) verschijnselen en waarneembare feiten. Tijdens het onderzoekend leren worden de stappen van de wetenschappelijke denk- en werkwijze toegepast.
- **Pedagogische-didactische wenken:** niet-bindende adviezen waarmee de leerkracht en/of vakwerkgroep kan rekening houden om het onderwijs doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen.
- **Uitbreidingsdoelstelling:** een doelstelling die extra leerinhoud behandelt zonder dat een hoger beheersingsniveau nodig is.
- **Verdiepende doelstelling:** een doelstelling met een hoger beheersingsniveau dan wat de basisdoelstelling verwacht.

### 10.2 Operationele werkwoorden gebruikt in de doelstellingen

- Aanduiden = aanwijzen, aantonen op een bron vb. kaarten, foto's, beelden, schema's...
- Aangeven = met argumenten iets staven
- Aantonen = via voorbeelden iets staven
- Afleiden = uit onderzoek, bronnenmateriaal, veldwerk halen
- Analyseren = onderzoekende houding aannemen



- Beschrijven = een voorstelling van iets geven in woorden, door een opsomming van kenmerken en bijzonderheden.
- Duiden = uitleggen, een onderdeel plaatsen in een groter geheel
- In verband brengen = relaties leggen tussen verschillende parameters, verschijnselen
- Illustreren = aanschouwelijk maken, verduidelijken eventueel met een tekening
- Onderzoeken = vanuit een vraagstelling of probleem op zoek gaan naar mogelijke oplossingen
- Situeren = plaatsen in tijd of ruimte
- Toelichten = verduidelijken aan de hand van materiaal, voorbeelden...
- Verklaren = duidelijk maken, uitleggen door het leggen van verbanden
- Weergeven = tonen aan de hand van figuren, beeldmateriaal, kaarten...



## 11 Eindtermen

Context, autonomie en verantwoordelijkheid

De volgende eindtermen voor de derde graad kso/tso worden gelezen vanuit de persoonlijke, sociale en mondiale context en dat met behulp van ondersteunende technieken.

- 1) Kenmerken van organismen en variatie tussen organismen verklaren vanuit erfelijkheid en omgevingsinvloeden.
- 2) Aan de hand van eenvoudige voorbeelden toelichten hoe kenmerken van generatie op generatie overerven.
- 3) De hormonale regeling van de menselijke voortplanting op een eenvoudige manier verklaren
- 4) Wetenschappelijk onderbouwde argumenten geven voor de biologische evolutie van organismen met inbegrip van de mens.
- 5) Bij het verduidelijken van en zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.
- 6) De natuurwetenschappen als onderdeel van de culturele ontwikkeling duiden en de wisselwerking met de maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.