



TOEGEPASTE BIOLOGIE

derde graad tso
Chemie

BRUSSEL

D/2017/13.758/020

September 2017

(vervangt leerplan D/2005/0279/005 enkel
voor het gedeelte Toegepaste biologie)



1	Inleiding en situering van het leerplan	4
1.1	Inleiding	4
1.2	Plaats in de lessentabel	4
2	Beginsituatie en instroom	5
3	Leerlijnen	6
3.1	Vormende leerlijn.....	7
3.2	Leerlijn van de eerste tot de derde graad	8
3.3	Leerlijn en mogelijke timing Toegepaste biologie voor Chemie	14
4	Christelijke mensbeeld	15
5	Algemene pedagogische wenken.....	16
5.1	Leeswijzer bij de doelstellingen	16
5.2	Leerplan versus handboek	18
5.3	Taalgericht vakonderwijs	18
6	Algemene doelstellingen	21
6.1	Onderzoekend leren	22
6.2	Wetenschap en samenleving.....	24
6.3	Veiligheid en gezondheid	27
7	Leerplandoelstellingen.....	28
7.1	Functionele morfologie van de cel	28
7.2	Uitwisselingsprocessen	30
7.3	Stof- en energieomzettingen	31
7.4	Genetisch materiaal en celcyclus.....	36
7.5	Voortplanting	38
7.6	Erfelijkheid	41
7.7	Evolutie.....	45
7.8	Microbiologie.....	47
8	Minimale materiële vereisten	51
8.1	Algemeen.....	51
8.2	Het vaklokaal: een inspirerende leeromgeving.....	51
8.3	Materiaal voor demonstratie-experimenten	51
8.4	Basismateriaal	52

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



1 Inleiding en situering van het leerplan

1.1 Inleiding

Dit leerplan is van toepassing voor het vak Toegepaste biologie in de studierichting 3de graad tso Chemie.

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 Toegepast biologie binnen de derde graad tso Chemie**
Deze leerlijn beschrijft de samenhang van de thema's in het vak Natuurwetenschappen (zie 3.3).

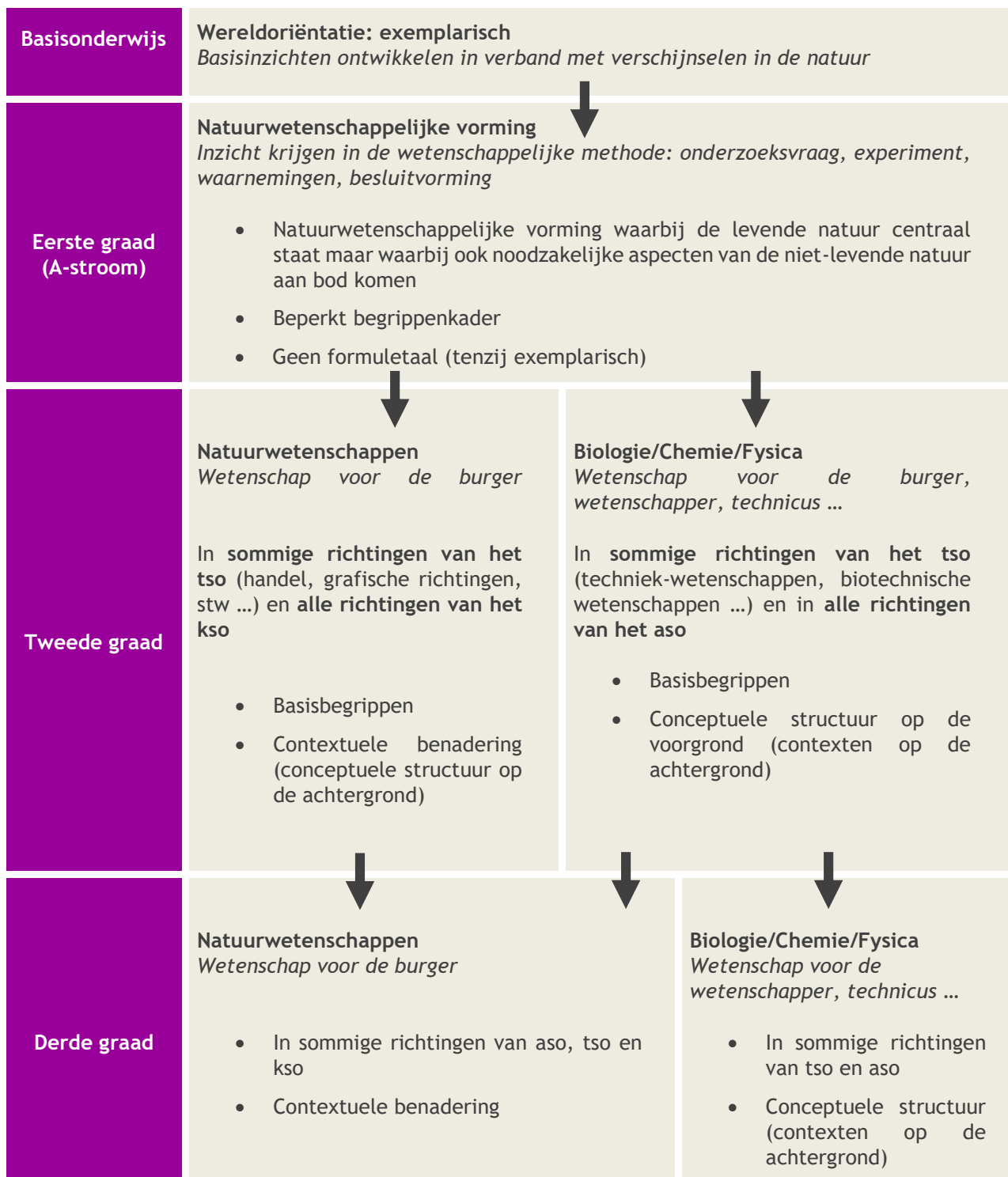
Leerplandoelstellingen vormen de bakens om deze leerlijnen te realiseren.

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.

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	TWEDE GRAAD Chemie	DERDE GRAAD Chemie
MATERIE	<u>Deeltjesmodel</u> <ul style="list-style-type: none"> Materie bestaat uit deeltjes met ruimte tussen De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur 	<u>Deeltjesmodel</u> <ul style="list-style-type: none"> Moleculen Atoombouw- atoommodellen (eerste 18 elementen) Snelheid van deeltjes en temperatuur 	<u>Deeltjesmodel</u> <ul style="list-style-type: none"> Uitbreiding atoommodel en opbouw periodiek systeem Orbitaalmodel
	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> Mengsels en zuivere stoffen Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte Massa en volume Uitzetten en inkrimpen 	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> Stofconstanten: smeltpunt, stolpunt, kookpunt, massadichtheid Mengsels: scheidingstechnieken, concentratiebegrip Chemische bindingen Formules Molaire massa en molbegrip Enkelvoudige en samengestelde Stofklassen Thermische uitzetting 	<u>Stoffen</u> <ul style="list-style-type: none"> Sigma- en pi-binding Ruimtelijke bouw Lewisstructuren Polaire-apolaire verbindingen Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en biochemische stofklassen Mengsels: uitbreiding concentratie-eenheden Geleiders, isolatoren, Wet van Pouillet, temperatuurs-afhankelijkheid van weerstanden
	<u>Faseovergangen</u> <ul style="list-style-type: none"> Kwalitatief 	<u>Faseovergangen</u> <ul style="list-style-type: none"> Kritisch punt, tripelpunt, toestandsdiagram Energie bij fasen en faseovergangen: kwantitatief 	

SNELHEID, KRACHT EN DRUK

	<p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel 	<p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemische reacties - reactievergelijkingen • Reactiesnelheid: kwalitatief • Reactiesoorten: ionenuitwisseling en elektronenoverdracht • Oplosproces in water • Stoichiometrie 	<p><u>Stofomzettingen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Botsingsmodel • Chemisch evenwicht • Reactiesoorten; zuurbasereacties, redoxreacties, neerslagreacties, complexometrische reacties, reactiesoorten in de koolstofchemie • Stofwisseling: opbouw-afbraakreacties
	<p><u>Snelheid</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kracht en snelheidsverandering 	<p><u>Snelheid</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Als vector • Kinetische energie 	<p><u>Snelheid</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematica: snelheid en snelheidsveranderingen, één- en tweedimensionaal • Golfsnelheden
	<p><u>Krachtwerking</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp 	<p><u>Krachtwerking</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kracht is een vectoriële grootte • Krachten met zelfde aangrijpingspunt samenstellen en ontbinden • Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB 	<p><u>Krachtwerking</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kracht als oorzaak van EVRB • Centripetale kracht bij ECB • Beginselen van Newton • Harmonische trillingen (veersysteem)
	<p><u>Soorten krachten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Magnetische • Elektrische • Mechanische 	<p><u>Soorten krachten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Contactkrachten en veldkrachten • Zwaartekracht, gewicht • Veerkracht 	<p><u>Soorten krachten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrische krachtwerking, intra- en intermoleculaire krachten • Magnetische krachtwerking, magnetische veld, lorentzkracht • Gravitatiekracht, gravitatieveld
		<p><u>Druk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • bij vaste stoffen • in vloeistoffen • in gassen (m.i. v. de gaswetten) 	<p><u>Druk</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hydrodynamica



ENERGIE	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen ...) 	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur 	<u>Energievormen</u> <ul style="list-style-type: none"> Elektrische spanning, stroomsterkte, joule-effect, toepassingen Condensatoren Elektromagnetisch inductieverschijnsel Gravitationele potentiële en kinetische energie Bindingsenergie
	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> Fotosynthese 	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> Arbeid, energie, vermogen berekenen Wet van behoud van energie Energiedoorstroming in ecosystemen Exo- en endo-energetische chemische reacties 	<u>Energieomzettingen</u> <ul style="list-style-type: none"> In gravitatieveld Fotosynthese, aerobe en anaerobe celademhaling
	<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> Geleiding Convectie Straling 		<u>Transport van energie</u> <ul style="list-style-type: none"> Trillingsenergie: lopende golven, geluid, eigenschappen
	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> Zichtbare en onzichtbare straling 	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> Licht: rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, spiegels, optische toestellen 	<u>Licht en straling</u> <ul style="list-style-type: none"> Ontstaan van licht Transport van elektromagnetische energie: EM spectrum Golfverschijnselen bij licht
LEVEN	<u>Biologische eenheid</u> <ul style="list-style-type: none"> Cel op lichtmicroscopisch niveau herkennen Organisme is samenhang tussen organisatieniveaus (cellen - weefsels - organen) Bloemplanten: functionele bouw wortel, stengel, blad, bloem 	<u>Biologische eenheid</u> <ul style="list-style-type: none"> Cel op lichtmicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel 	<u>Biologische eenheid</u> <ul style="list-style-type: none"> Cel op submicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel

<ul style="list-style-type: none"> Gewervelde dieren (zoogdier) - mens: (functionele) bouw (uitwendig-inwendig; organen-stelsels) 		
<p><u>Soorten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten Verscheidenheid Aanpassingen aan omgeving 	<p><u>Soorten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Determineren en indelen 	<p><u>Soorten</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Als voortplantingscriterium Genetische variaties: adaptatie, modificatie, mutatie
<p><u>Levend doorgeven</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Voortplanting bij bloemplanten, bij de mens 		<p><u>Leven doorgeven</u></p> <ul style="list-style-type: none"> DNA en celdelingen (mitose en meiose) Voortplanting bij de mens: verloop en hormonale regulatie Chromosomale genetica Moleculaire genetica Biotechnologie
<p><u>Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gezondheid (n.a.v. stelsels) Abiotische en biotische relaties: <ul style="list-style-type: none"> voedselrelaties invloed mens Duurzaam leven 	<p><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gezondheid: invloed van micro-organismen Gedrag Abiotische en biotische relaties <ul style="list-style-type: none"> voedselrelaties materiekringloop energiedoorstroming invloed van de mens Ecosystemen <ul style="list-style-type: none"> Duurzame ontwikkeling 	<p><u>Interacties tussen organismen onderling en omgeving</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Gezondheid: immunologie Stofuitwisseling: passief en actief Biotechnologie
<p><u>Evolutie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Verscheidenheid Biodiversiteit vaststellen Aanpassingen bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren) 	<p><u>Evolutie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Soortenrijkdom Ordenen van biodiversiteit gebaseerd op evolutionaire inzichten 	<p><u>Evolutie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Biodiversiteit verklaren Aanwijzingen Theorieën Van soorten m.i.v. ontstaan van eerste leven en van de mens





WETENSCHAPPELIJKE VAARDIGHEDEN

			<u>Microbiologie</u> <ul style="list-style-type: none"> Bacteriële cel Groei en groeicurve Nuttige en schadelijke soorten Virussen
	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> Geleid 	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> Geleid en gericht 	<u>Waarnemen van organismen en verschijnselen</u> <ul style="list-style-type: none"> Gericht Interpreteren
	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> Massa, volume, temperatuur, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid ...) Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren 	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> Meetnauwkeurigheid Kracht, druk SI-eenheden 	<u>Metingen</u> <ul style="list-style-type: none"> Spanning, stroomsterkte, weerstand, pH, snelheid, elektrische geleidbaarheid Titrenen
	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> Onder begeleiding: <ul style="list-style-type: none"> grafieken interpreteren Determineerkaarten hanteren 	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> Begeleid zelfstandig <ul style="list-style-type: none"> grafieken opstellen en interpreteren kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren verbanden tussen factoren interpreteren: recht evenredig en omgekeerd evenredig, abiotische en biotische Determineren 	<u>Gegevens</u> <ul style="list-style-type: none"> Zelfstandig <ul style="list-style-type: none"> grafieken opstellen en interpreteren kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren verbanden tussen factoren opsporen en interpreteren: kwadratisch verband
	<u>Instructies</u> <ul style="list-style-type: none"> Gesloten Begeleid 	<u>Instructies</u> <ul style="list-style-type: none"> Gesloten en open instructies Begeleid zelfstandig 	<u>Instructies</u> <ul style="list-style-type: none"> Gesloten en open instructies Zelfstandig

<p><u>Microscopie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren 	<p><u>Microscopie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Microscoop en binoculair: gebruik • Lichtmicroscopische beelden: waarnemen, interpreteren 	<p><u>Microscopie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Microscoop en binoculair: zelfstandig gebruik • Lichtmicroscopie: preparaat maken, waarnemen en interpreteren • Submicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren • Bacteriologische kleuringen
<p><u>Onderzoekscompetentie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Begeleid en klassikaal • Onderzoeksstappen onderscheiden: <ul style="list-style-type: none"> ○ onderzoeksvraag ○ hypothese formuleren ○ voorbereiden ○ experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weergeven, ○ besluit formuleren 	<p><u>Onderzoekend leren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Onder begeleiding en alleen of in kleine groepjes • Oefenen in de onderzoeksstappen voor een gegeven probleem <ul style="list-style-type: none"> ○ onderzoeksvraag stellen ○ hypothese formuleren ○ bruikbare informatie opzoeken ○ onderzoek uitvoeren volgens de aangereikte methode ○ besluit formuleren ○ reflecteren over uitvoering en resultaat • rapporteren 	<p><u>Onderzoekend leren</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes • Een integraal mini-onderzoek uitvoeren voor een gegeven probleem <ul style="list-style-type: none"> ○ onderzoeksvraag stellen ○ hypothese formuleren ○ voorbereiden: informeren, methode opstellen, plannen ○ onderzoek uitvoeren volgens de geplande methode ○ besluit formuleren ○ reflecteren over uitvoering en resultaat • rapporteren

3.3 Leerlijn en mogelijke timing Toegepaste biologie voor Chemie

Onderstaande timing is niet bindend maar geeft een idee van de tijd die nodig en voldoende is om de verschillende leerinhouden te behandelen. Het verplichte deel is geschreven voor 50 lestijden. Voor de scholen die kiezen voor 75/100 lestijden zijn er uitbreidingsthema's voorzien.

Verplichte thema's	Lestijden	
<i>Totaal aantal lestijden: 50 tot 100</i>		
	Verplichte thema's	Extra Thema's
	50	48
Functionele morfologie van de cel	7	
Uitwisselingsprocessen (van stoffen tussen cellen onderling en met het milieu)		7
Stof- en energieomzettingen <ul style="list-style-type: none"> • Functie van enzymen bij stofwisselingsprocessen • Voorbeelden van stof- en energieomzettingen <ul style="list-style-type: none"> ○ Vertering bij de mens ○ Celademhaling ○ Fotosynthese 		5 4 4 4
Genetisch materiaal en celcyclus	7	
Voortplanting: <ul style="list-style-type: none"> • Betekenis van de geslachtelijke voortplanting • Voortplanting bij de mens 	14	
Erfelijkheid: <ul style="list-style-type: none"> • Chromosomale erfelijkheid • Moleculaire erfelijkheid • Biotechnologie 	10 6	4
Evolutie	6	
Microbiologie <ul style="list-style-type: none"> • Bacteriën en virussen • Afweer 		12 8

4 Christelijke mensbeeld

Ons onderwijs streeft de vorming van de totale persoon na waarbij het christelijk mensbeeld centraal staat. Dit leerplan Toegepaste biologie biedt kansen om in deze studierichting 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

AD5

MAATSCHAPPIJ

De **wisselwerking** tussen natuurwetenschappen en maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak **illustreren**.

NW 6

Wenken

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.

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.

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...

Uitbreidingsdoelstellingen die verder gaan dan de basisdoelstellingen krijgen hetzelfde nummer als de basisdoelstelling zoals bv. U16a, U16b, U21...

De doelstellingen van de extra thema's zijn **verbredingsdoelstellingen** ze worden genummerd als V1, V2 ...

Uitbreidings- en verbredingsdoelstellingen beogen een extra leerinhoud. Men dient dit dan ook als dusdanig mee te nemen in de evaluatie.

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.

Nummer basisdoelstelling	Nummer uitbreidende doelstelling	Verwoording doelstelling	Verwijzing naar eindterm
B16	Aan de hand van afbeeldingen, de bevruchting en innesteling op een eenvoudige manier toelichten.	NW 3	
U16a	De ontwikkeling van het embryo, de foetale groei en de geboorte beschrijven.		
<p>Wenken</p> <p>De geslachtsorganen (primaire geslachtkenmerken) produceren vanaf de puberteit geslachtshormonen, die de secundaire geslachtskenmerken doen ontstaan. Vanaf de puberteit manifesteren zich dan ook belangrijke verschillen tussen man en vrouw op gebied van ...</p>			

Wenken

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 zijn **2 lesuren leerlingexperimenten per ingericht graaduur verplicht**.

Een **leerlingexperiment** is een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig **een experiment of waarnemingsopdracht** uitvoeren in het kader van een gegeven onderzoeksvraag. **Hierbij is het maken van een verslag niet verplicht, beperkte rapportering is wel noodzakelijk** (zie wenken bij AD4).

Bij de didactische wenken worden leerlingexperimenten en onderzoeksonderwerpen toegelicht.

Het leerplan Toegepaste biologie 3de graad tso Chemie is een graadlerplan voor 1 wekelijkse lestijd per leerjaar.

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

ONDERZOEKSVRAAG

Een onderzoeksvraag **hanteren** en indien mogelijk een **hypothese of verwachting formuleren**.

Wenken

Leerlingen geven eerst (zonder onderzoek) een antwoord (een eigen hypothese of verwachting met een mogelijke verklaring) op deze vraag. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen.

Een demonstratie-experiment wordt 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 verworpt 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**.

Link met het leerplan van de eerste graad

Deze algemene doelstelling komt ook voor in het leerplan natuurwetenschappen van de 1ste graad. In de 2de 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.

AD2

UITVOEREN

Met een aangereikte methode, een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag.

Wenken

Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.:

- een werkplan opstellen;
- benodigheden selecteren;
- een proefopstelling maken;
- doelgericht, vanuit een hypothese of verwachting, waarnemen;
- inschatten hoe een waargenomen effect kan beïnvloed worden;
- zelfstandig (alleen of in groep) een opdracht/experiment uitvoeren met
- aangereikte techniek, materiaal, werkschema;
- materieel correct hanteren: microscoop, binoculair ...;
- onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema's, tabellen, grafieken...

Het aanreiken van de methode kan in overleg met de leerlingen plaatsvinden. Bij het uitvoeren van metingen zijn er verschillende taken zoals het organiseren van de werkzaamheden, de apparatuur bedienen, meetresultaten noteren... De leden van een onderzoeksgroep kunnen elke rol opnemen tijdens het onderzoek.

AD3

REFLECTEREN

Over het resultaat van het experiment/waarnemingsopdracht reflecteren.

Wenken

Om te groeien in de onderzoekscompetentie is het wel belangrijk dat leerlingen reflecteren over de methode (zie ook AD2). Dit kan door een:

- aangereikte methode te gebruiken en te evalueren;
- aangereikte methode aan te passen aan het beschikbaar materieel;
- aangereikte methode te vervangen door een eigen alternatief;
- geschikte methode op te zoeken;
- eigen methode voor te stellen.

Reflecteren kan door:

- resultaten van experimenten en waarnemingen af te wegen tegenover de verwachte resultaten rekening houdende met de omstandigheden die de resultaten kunnen beïnvloeden;
- de onderzoeksresultaten te interpreteren, een conclusie te trekken, het antwoord op de onderzoeksvraag te formuleren;
- experimenten of waarnemingen in de klassituatie te verbinden met situaties en gegevens uit de leefwereld;
- een model te hanteren of te ontwikkelen om een wetenschappelijk (chemisch, biologisch of fysisch) verschijnsel te verklaren;
- vragen over de vooropgestelde hypothese te beantwoorden:
 - Was mijn hypothese (als ... dan ...) of verwachting juist?
 - Waarom was de hypothese niet juist?
 - Welke nieuwe hypothese hanteren we verder?

Praktisch:

- aan de hand van gerichte mondelinge vraagstelling van de leraar;
- aan de hand van een werkblad (opgavenblad, instructieblad ...) tijdens een opdracht;
- aan de hand van vragen van de leerling(en).

Wenken

Rapporteren kan door:

- alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk te verwoorden;
- samenhangen in schema's, tabellen, grafieken of andere ordeningsmiddelen weer te geven;
- alleen of in groep verslag uit te brengen voor vooraf aangegeven rubrieken.

In functie van de klasgroep kan rapporteren variëren van STERK GESTUURD naar MEER OPEN.

Sterk gestuurd rapporteren bedoelen we:

- aan de hand van gesloten vragen (bv. een keuze uit mogelijke antwoorden, ja-nee vragen, een gegeven formule invullen en berekenen) op een werkblad (opgavenblad, instructieblad...);
- aan de hand van voorgedrukte lege tabellen, grafieken met reeds benoemde assen, lege schema's die moeten aangevuld worden;
- aan de hand van een gesloten verslag met reflectievragen.

Meer open rapporteren:

- aan de hand van open vragen op een werkblad;
- aan de hand van tabellen, grafieken, schema's die door de leerlingen zelfstandig opgebouwd worden;

aan de hand van een kort open verslag waarbij de leerling duidelijk weet welke elementen in het verslag moeten aanwezig zijn.

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.

Wenken

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.

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.

Bepaalde attitudes worden nagestreefd zodat de leerlingen er op ingesteld zijn om:

- waarnemingen en informatie objectief en kritisch voor te stellen en de eigen conclusies te verantwoorden;
- zich correct in een wetenschappelijke taal uit te drukken;
- feiten te onderscheiden van meningen en vermoedens;
- weerbaar te zijn in onze technologische maatschappij (pro's en contra's);
- met anderen samen te werken, naar anderen te luisteren en de eigen mening zo nodig te herzien;
- ...

Concrete toepassingen kunnen aan bod komen in de leerplandoelstellingen B11, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21, B22, B27.

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.



**AD6****CULTUUR****NW 6****Illustreren dat natuurwetenschappen behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid.****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.

AD7**DUURZAAMHEID****NW 5****Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.****Wenken**

Enkele voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen biologie:

- aandacht voor de eigen gezondheid en deze van anderen;
- respect voor het leefmilieu;
- gebruik van GGO's: *bacteriën vangen zware metalen, uranium en ander radioactief afval*;
- milieuvriendelijke alternatieven voor chemische processen: *enzymen bij biologische wasmiddelen, biologisch afbreekbare plastics, waterzuivering met actief slib*.
- ...

6.3 Veiligheid en gezondheid

AD8

VEILIGHEID EN GEZONDHEID

NW 5

Illustreren dat verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid gebaseerd is op wetenschappelijke principes.

Wenken

Voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen biologie:

- een condoom gebruiken in de strijd tegen AIDS en andere soa's;
- het belang van de prenatale zorg, en het belang van de gezonde leefwijze van de zwangere vrouw kan benadrukt worden;
- 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;
- ...

Ook bij het uitvoeren van (demonstratie-)experimenten en het aanbrenge 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).

7 Leerplandoelstellingen

Bij het realiseren van de leerplandoelstellingen staan de algemene doelstellingen centraal.

7.1 Functionele morfologie van de cel

(ca. 7 lestijden)

B1	De cel duiden als morfologische, functionele en fysiologische basiseenheid van de levende materie
B2	Aan de hand van lichtmicroscopisch onderzoek , structuren van plantaardige en dierlijke cellen onderscheiden, herkennen, benoemen en hun functie verwoorden .
B3	Op afbeeldingen, submicroscopisch waarneembare structuren van de cel aanduiden en benoemen .
B4	Functionele verbanden tussen deze celstructuren toelichten.
B5	De functionele opbouw van het eenheidsmembraan toelichten .

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 (AD5):

- 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.

Link met leerplan natuurwetenschappen van de tweede graad

In de tweede graad in de natuurwetenschappelijke vakken krijgen de leerlingen de kans om de microscopische vaardigheden verder in te oefenen. De leerlingen van de 2de graad hebben een verschillende ervaring met de microscopie. Het is aangewezen hiermee rekening te houden.

7.2 Uitwisselingsprocessen

(ca. 7 lestijden)

V1	Aan de hand van voorbeelden, de noodzaak van transport van stoffen tussen cellen en hun omgeving toelichten.
V2	De betekenis van gespecialiseerde orgaansystemen (stelsels) bij organismen als schakel tussen individuele cellen en het milieu toelichten.
V3	Aan de hand van voorbeelden, passief en actief transport van stoffen doorheen een (cel)-membraan omschrijven, illustreren en vergelijken.
V4	De passieve transportprocessen, diffusie en osmose, omschrijven, vergelijken en deze processen bij cellen herkennen en verklaren.
V5	Aan de hand van een voorbeeld, het mechanisme van endocytose en exocytose beschrijven.

Wenken

De opnamen en afgifte van stoffen kan gebeuren via diffusie, osmose, met behulp van membraaneiwitten en via blaasjestransport (exo- en endocytose, pinocytose, fagocytose).

Het verschijnsel diffusie kan men via eenvoudige (demo-)experimenten onderzoeken (inkt in water, open parfumfles...). Deze vorm van transport vergt geen energie van cellen. De factoren die dit transport beïnvloeden verklaren, komen aan bod.

Aan de hand van een fysisch model met een halfdoorlaatbaar membraan en hyper- en hypotone oplossingen onderzoekt en verklaart men het verschijnsel osmose. Een proef met aardappelen/frietten (in gedestilleerd water én in een hypertone oplossing) illustreert de passieve transportprocessen van osmose en diffusie. Bij osmose is er steeds een halfdoorlaatbare membraan aanwezig en verplaatst het oplosmiddel zich.

Voorbeelden van osmose:

- voorbeelden van osmose bij de mens: gezwollen ogen bij het huilen, gerimpelde huid van de vingers bij het baden, hongerbuikjes van kinderen in derdewereld landen;
- plasmolyse en deplasmolyse van plantencellen;
- werking en het nut van verschillende sportdranken (hypotone, isotone en hypertone);
- osmoregulatie bij zoet- en zoutwatervissen en bij trekkers zoals zalm en paling.

Vertrekkend van een waarneming op levende cellen (amoëbe, pantoffeldiertje... op video, onder de microscoop...) en op een schets, brengt men de begrippen endocytose en exocytose aan. Het belang van het Golgi-apparaat bij exocytose komt hier aan bod.

Suggesties voor demonstratie- en leerlingexperimenten

- onderzoeken van vrije diffusie: gassen in de lucht, vaste stoffen in vloeistoffen;
- onderzoek naar de invloed van de temperatuur bij het diffusieproces;
- onderzoeken van transport van stoffen met een verschillende moleculegrootte doorheen een dialyse-membraan;
- experimentele studie van het diffusie- en osmoseproces zoals osmose bij gedroogd fruit, eieren zonder schaal aardappelschijven in oplossingen met verschillende osmotische waarde;
- plasmolyse en deplasmolyse kwalitatief en kwantitatief bestuderen bij planten;
- microscopische studie van plasmolyse en deplasmolyse bij plantencellen;
- invloed van hypo- en hypertoonische oplossingen op dierlijke cellen onderzoeken;
- onderzoek naar toepassingen van osmoregulatie bij de mens: tranen, hongerbuikjes, bloedcellen in plasma.

Link met het leerplan van de eerste graad

In de eerste graad in het vak Natuurwetenschappen maakten leerlingen al kennis met het deeltjesmodel.

- B19: Vanuit waarnemingen, afleiden dat in een stof de deeltjes (moleculen) voortdurend in beweging zijn, waarbij de snelheid toeneemt bij toenemende temperatuur.

7.3 Stof- en energieomzettingen

7.3.1 *Functie van enzymen bij stofwisselingsprocessen*

(ca. 5 lestijden)

V6	Aan de hand van voorbeelden, het belang van enzymatische reacties voor organismen toelichten.
V7	Experimenteel vaststellen en verklaren dat enzymen reacties katalyseren en dat de werking van enzymen wordt beïnvloed door fysische en chemische factoren.
V8	De specifieke enzymwerking verklaren en schematisch voorstellen.

Wenken

Demonstratie experimenten zijn hier aangewezen.

Uit eenvoudige (demo-)experimenten kunnen leerlingen afleiden dat enzymen de snelheid van omzetting van stoffen beïnvloeden. De werking van enzymen als biokatalysatoren kan men verduidelijken aan de hand van het sleutel-slot- principe en vergelijken met de werking van katalysatoren uit de anorganische chemie (bv. MnO_2).



Grafische voorstellingen en animaties kunnen hierbij meer inzicht geven.

In de loop van de realisatie van het leerplan kan in tal van contexten de enzymwerking aan bod komen. Contexten: vertering bij de mens in het spijsverteringskanaal (noodzakelijke stap in heterotrofie), lysosomale vertering in de cel, reacties tijdens celademhaling en fotosynthese, waterstofdragers en vitaminen als co-enzymen, alcoholafbraak, stofwisselingsziektes, DNA-replicatie, transcriptie en translatie (eiwitsynthese), bioluminescentie bij dieren, waspoeders, leerlooierij, lenzenproduct.

De link met chemische stoffen die de enzymwerking beïnvloeden, kan gelegd worden. Als voorbeeld kan de werking van CO op het cytochroomstelsel (Krebcyclus) aangehaald worden.

Het begrip activeringsenergie wordt in de biologie summier behandeld.

Suggesties voor demonstratie- en leerlingenexperimenten

- Onderzoek van katalase in aardappel, vlees, appel...;
- Onderzoek van bioluminescentie bij zeevuurvliegjes;
- Onderzoek naar factoren die de enzymwerking beïnvloeden (o.a. temperatuur en pH, verdelingsgraad, concentratie van enzym en/of substraat, inhibitoren, belang van co-enzymen) en de invloed van deze factoren op enzymatische reacties kan men met real-time-metingen onderzoeken;
- Aantonen dat enzymen eiwitten bevatten;
- Denatureren van enzymen (koken, zuurgraad...);
- Beïnvloedende factoren op de werking van enzymen onderzoeken;
- Specificiteit van enzymen onderzoeken.

Vaak heerst het misconception dat enzymen verbruikt worden tijdens de reactie en dat ze noodzakelijk zijn om de reactie te laten doorgaan. Een enzym zorgt niet dat bijvoorbeeld de hydrolyse gebeurt maar zorgt wel dat de hydrolyse reactie sneller optreedt. Enzymen spelen een rol in alle opbouw- en afbraakreacties, zij versnellen of vertragen de reacties en maken reacties mogelijk die zonder hun aanwezigheid niet zouden verlopen. Een enzym beïnvloedt de activeringsenergie van de chemische reactie (sleutel-slot). Co-enzymen (cofactoren) kunnen een rol spelen om de enzymwerking optimaal te laten verlopen.

Link met het leerplan van de eerste graad

- B27 Zintuigelijk waarneembare stofomzettingen met concrete voorbeelden illustreren.
- B28 Een gegeven deeltjesmodel (molecuulmodel) hanteren om te verklaren dat bij stofomzettingen de moleculen wijzigen van samenstelling omdat nieuwe combinaties van atomen ontstaan.

7.3.2 Voorbeelden van stof- en energieomzettingen

(ca. 12 lestijden)

VERTERING BIJ DE MENS

V9	Vaststellen dat voedsel uit verschillende voedselbestanddelen is samengesteld.
V10	De betekenis van voeding en de noodzaak van gevarieerde en evenwichtige voeding verduidelijken.
V11	Een eenvoudig schematisch overzicht geven van de enzymatische vertering van sachariden, lipiden en proteïnen in het spijsverteringskanaal.
V12	Toelichten dat vitamines essentiële voedselbestanddelen zijn die we zelf niet of onvoldoende kunnen opbouwen en dus via de voeding moeten opnemen.

Wenken

De afbraak van sachariden, eiwitten en vetten kan men door middel van een stroomschema voorstellen. Bij het bespreken van het absorptieproces komen de vroeger bestudeerde processen van stofuitwisseling aan bod.

Voorbeelden van aandoeningen van het spijsverteringstelsel: lacose- en glutenintolerantie, fenylketonurie, boulemie, binge eating, anorexia, maagzweer... Ook Alzheimer, gekkekoeienziekte kunnen hier aan bod komen.

Het maatschappelijke belang van een gezonde levensstijl en de bijdrage van sporten en bewegen om als individu fysiek, mentaal en sociaal gezond te zijn en te blijven, kunnen hier aan bod komen.

Het gebruik van verboden (voedings-) middelen en methoden is wijd verspreid. Zowel lichaamseigen als lichaamsvreemde middelen beïnvloeden onze gezondheid (en sportprestaties).

Lichaamseigen stoffen zijn hormonen, epo, creatine.....; lichaamsvreemde stoffen zijn: β -blokkers, alcohol, roken...

Suggesties voor demonstratie- en leerlingen experimenten

- Het effect van verteringsenzymen (amylase, pepsine, pancreatine) op voedselbestanddelen onderzoeken.

Link met het leerplan van de eerste graad

- B23 Vanuit eenvoudige waarnemingen voeding als energiebron aantonen.
- B29 Verwoorden dat in de cel energie- en stofomzettingen plaatsvinden.
- B30 Verklaar waarom voeding en de variatie aan voedingsmiddelen noodzakelijk zijn.
- B31 Het verkleinen van voedingsmiddelen en voedingsstoffen als voorwaarde voor absorptie uit experimentele waarnemingen afleiden.



- B32 Op model en beeldmateriaal de organen van het spijsverteringsstelsel van de mens herkennen en benoemen.
- B34 Verschillende stappen in de vertering onderzoeken en situeren in het spijsverteringsstelsel.

CELADEMHALING

V13	Aan de hand van een globale reactievergelijking, stof- en energieomzettingen bij de aerobe celademhaling toelichten en lokaliseren in de cel.	
V14	Illustreren in welke processen ATP wordt verbruikt.	
V15	Aanduiden waar in de cel de celademhaling gebeurt en dit biochemische proces schematisch weergeven.	
V16	Een inhoud formuleren voor het begrip gisting of fermentatie en het verloop ervan schematisch voorstellen.	
V17	Oorzaken, kenmerken en gevolgen van een ademhalingsaandoening toelichten.	NW5

Wenken

Uit de beschrijving van het experiment, waarbij een proefdier radioactief glucose opneemt, kunnen de leerlingen afleiden dat de uitgeademde CO₂ uit de voedingsstoffen afkomstig is. Glucose is een energierijke stof maar levert niet rechtstreeks energie. Door oxidatie komt er energie vrij die in ATP wordt vastgelegd. ATP is hierbij de universele energiedrager. Het complexe biochemische proces van de celademhaling analyseert men en geeft men weer in een globale reactievergelijking.

Een eenvoudige voorstelling van de glycolyse, citroenzuurcyclus en eindoxidaties is voldoende. Daarbij legt men telkens de link met de plaats in de cel.

ATP is belangrijk voor actief transport, prikkelgeleiding, biosynthese, spiercontracties, celdeling...De vrij gekomen warmte wordt gebruikt om de lichaamstemperatuur op peil te houden.

Het belang van ATP voor actief transport, prikkelgeleiding, biosynthese, spiercontracties, celdeling. De vrij gekomen warmte wordt gebruikt om onze temperatuur op peil te houden.

Zowel aangeboren als verworven aandoeningen kunnen aan bod komen. Voorbeelden van ademhalingsaandoeningen: mucoviscidose, astma, chronisch vermoeidheidssyndroom, ALS...

Suggesties voor demonstratie- en leerlingen experimenten:

- Verbranding van glucose (o.a. faraoslang)
- Bepalen van het ademhalingsquotiënt en zuurstofverbruik
- Rendement en respiratorisch quotiënt uit cijfergegevens afleiden

- Gisten en gisting vermenigvuldigen door knopvorming waarnemen.
- Alcoholische gisting kan geïllustreerd worden bij bier- en wijnbereidingen
- Vergelijkend microscopisch onderzoek uitvoeren van gezonde longen en rokerslongen.

Link met het leerplan eerste graad

In de eerste graad komt de ademhaling bij zoogdieren/de mens aan bod. De ademhalingsbewegingen, de longventilatie, de bouw van de longen, het verschil tussen de ingeademde en uitgedemde lucht en de uitwisselingsprocessen ter hoogte van de longblaasjes zijn er bestudeerd (zie B35 tot en met B40).

FOTOSYNTHESE

V18	Aantonen hoe de submicroscopische structuur van een bladgroenkorrel aan fotosynthese is aangepast.
V19	Het biochemische proces van de fotosynthese schematisch weergeven.
V20	Factoren die fotosynthese beïnvloeden experimenteel onderzoeken en verklaren.
V21	Een voorbeeld van chemosynthese bespreken.

Wenken

De centrale vraag is hoe levende wezens aan hun energie geraken en hoe de energiestroom in elkaar steekt. De rol van ATP als energietransporteur wordt hier benadrukt.

Hoe de fotosynthese in de bladgroenkorrel verloopt vraagt een studie van de submicroscopische structuur van de bladgroenkorrel. Het biochemische proces kan uiteindelijk schematisch worden voorgesteld.

Nitrificerende bacteriën, ijzerbacteriën of kleurloze zwavelbacteriën kunnen hier als voorbeeld besproken worden.

Link met het leerplan Natuurwetenschappen 1ste graad

- B23 Vanuit eenvoudige waarnemingen voeding als energiebron aantonen.
- B29 Verwoorden dat in de cel energie- en stofomzettingen plaatsvinden.
- B50 Uit waarnemingen afleiden dat in planten stoffen gevormd worden onder invloed van licht en met stoffen uit de bodem en de lucht.

Link met het leerplan Biologie van de 2de graad

In de 2de graad wordt in biologie het zien van voorwerpen in verband gebracht met lichtbronnen en de interactie van het licht met voorwerpen.

7.4 Genetisch materiaal en celcyclus

(ca. 7 lestijden)

B6	De functie en betekenis van de celkern toelichten en verbanden leggen tussen DNA, gen en chromosoom in haploïde en diploïde cellen.	NW 2
B7	Structuur van nucleïnezuren herkennen en schematisch voorstellen .	NW 2
B8	DNA-replicatie schematisch voorstellen en situëren in de celcyclus.	NW 2 NW 6

Wenken

De betekenis van de celkern als drager van de erfelijke kenmerken, in de celdeling en bij de aanmaak van eiwitten komt hier aan bod. De informatie voor alle processen en functies die in het cytoplasma van de cel worden uitgevoerd, liggen in de kern.

Illustratieve software kan helpen om de bouw van DNA uit nucleotiden en om de stappen van het replicatie-proces van het DNA te bespreken. Het is niet de bedoeling om het verloop van de replicatie in detail te bespreken. Er moet wel geduïd worden dat dankzij het voorkomen van de complementaire basen tijdens de replicatie identieke DNA-strengen gevormd worden. DNA-moleculen zijn “slimme” moleculen.

De bouw van DNA uit nucleotiden, de bouw van chromatinevezels uit eiwitten en DNA en het oprollen (spiraliseren) van de chromatinevezels tot chromosomen, wordt aangebracht. De nadruk ligt hier o.a. op het grootte-ordeverschil tussen DNA (macromolecule, microscopisch niet zichtbaar) en chromatine en chromosomen die wel microscopisch zichtbaar zijn. Aan de hand van elektronenmicroscopische beelden, een model en/of afbeeldingen, kan het verband gelegd worden tussen chromosomen, chromatinevezels en het DNA-molecule. 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 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 (dar, koningin, werkster) kunnen ook vermeld worden.

Suggestie voor leerlingenexperiment/demonstratie

- DNA:
 - DNA Modellen bouwen in papier;
 - Isolatie van DNA (uit kiwi, ui, wangepitheel...);
 - Kleuring van kernen (azijnzuurorceïne).
- Op een micropreparaat een reuzenchromosoom observeren.

B9	De mitosedeling situëren in de celcyclus en het belang van mitose duiden .	NW 1
B10	Aan de hand van voorbeelden illustreren dat omgevingsfactoren de mitose en meiose kunnen beïnvloeden.	NW1
B11	De meiosedeling situëren in de celcyclus en de betekenis van de meiose voor de geslachtelijke voortplanting toelichten .	NW 2
B12	In concrete situaties herkennen welke celdeling (mitose of meiose) er plaatsvindt.	NW 2

Wenken

Door visualisatie (bio-websites - foto's - film - micropreparaten) verwerft de leerling inzicht in de celcyclus. De mitose en meiose worden vergeleken en geïnterpreteerd zodat de leerlingen inzien dat bij beide delingen erfelijke informatie wordt doorgegeven maar op een verschillende manier.

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, dragen bij tot inzicht in de functie van de mitosedeling.

Bij de meiose kunnen we aantonen waarom deze deling erfelijk verschillende cellen oplevert en belangrijk is voor het constant houden van het aantal chromosomen van een soort. Het ontstaan van variatie tussen de (erfelijk verschillende) gameten en het inzicht in het belang van variatie voor evolutie, kan worden vermeld.

Factoren die de celdeling stimuleren of remmen (AD5, AD6 en AD8):

- fysische factoren zoals straling en temperatuur...;
- chemische stoffen (organische);
- geslachtshormonen bij de oögenese en de spermatogenese;
- radio- en chemotherapie bij het behandelen van kanker;
- de link met het ontstaan en voorkomen van kanker;
- ...

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).
- Een vergelijkende studie maken tussen mitose en meiose.



7.5 Voortplanting

(ca. 14 lestijden)

7.5.1 *Betekenis van de geslachtelijke voortplanting*

B13	De betekenis van geslachtelijke voortplanting in het voortbestaan van de soort toelichten .	NW 2
Wenken <p>Organismen vertonen een aangeboren drang om zich voort te planten en zo het voortbestaan van de soort te realiseren.</p> <p>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 eenzelfde soort ontstaan. Genetische variaties spelen een rol in het mechanisme van natuurlijke selectie bij evolutie. Geslachtelijke voortplanting waarborgt dus verscheidenheid wat belangrijk is voor het behoud van de soort en voor evolutie een meerwaarde ten opzichte van de ongeslachtelijke voortplanting.</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>		

7.5.2 *Voortplanting bij de mens*

B14	De bouw en de functie van het voortplantingsstelsel bij man en vrouw toelichten .	NW 3
B15	De hormonale regeling van de zaadcelvorming bij man en eicelvorming en menstruele cyclus bij de vrouw toelichten .	NW 3
B16	Aan de hand van afbeeldingen , de bevruchting en innesteling op een eenvoudige manier toelichten .	NW 3
U16a	De ontwikkeling van het embryo, de foetale groei en de geboorte beschrijven .	
U16b	Het verloop van de geboorte beschrijven .	
Wenken <p>De geslachtsorganen (primaire geslachtkenmerken) produceren vanaf de puberteit geslachtshormonen, die de secundaire geslachtskenmerken doen ontstaan. Vanaf de puberteit manifesteren zich dan ook belangrijke verschillen tussen man en vrouw op gebied van lichaamsbouw, manier van voortbewegen en</p>		

spierontwikkeling, vetgehalte, cardiovasculair gebied (longinhoud, hartslagvolume, bloedvolume), groei, lengte, massa...

Men kan wijzen op het feit dat tertiaire geslachtskenmerken voornamelijk bepaald worden door cultuur, maatschappelijke waarden en normen, de leefwereld, de tijdsgeest...AD5

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 menstruatiecycclus kan men duiden met een diagram waarin men als synthese het parallelle verloop van eicelrijping, hormonenconcentraties, aangroei en afbraak baarmoederslijmvlies verwerkt.). Bij het bespreken van de bouw en de functie van de menselijke voortplantingsorganen en de gameten is het belangrijk om naast de verschillen ook te wijzen op de gelijkenissen.

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 (AD5, AD6 en AD8).

Link met het leerplan 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. Om zelfstandig studeren en het gebruik van ICT in de lessen biologie te stimuleren, kan de leerinhoud van de 1ste graad als zelfstudiepakket, met integratie van ICT-opdrachten, aangeboden worden.

Volgende leerplandoelstellingen 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 menstruatiecycclus aanduiden.
- B59 De belangrijkste fasen vanaf de coïtus tot de geboorte weergeven.

Ook in de eerste graad wordt aandacht aan besteed aan het respectvol omgaan met gevoelens, lichamelijke en seksuele geaardheid (AD10).

B17

De bouw en de functie van het voortplantingsstelsel bij man en vrouw toelichten.

NW 3

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. De link met AD5, AD6, AD7 en AD8 wordt gelegd.

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

B18	Belangrijke middelen om zwangerschap te voorkomen, benoemen en hun betrouwbaarheid vergelijken .	NW 3
B19	Illustreren dat er mogelijkheden bestaan om vruchtbaarheid te stimuleren.	NW3 NW5 NW6
B20	Courante voorzorgsmaatregelen beschrijven om soa's te vermijden.	NW5 NW6

Wenken

Contraceptiva worden benaderd vanuit de actualiteit, de betrouwbaarheid en de werking. Het is belangrijk dat leerlingen inzien hoe middelen inwerken op de eierstok (stock of voorraad van eitjes) en baarmoedercyclus. Men maakt onderscheid tussen hormonale middelen en niet-hormonale middelen (barrièremiddelen (o.a. het spiraaltje, het condoom), kalendertemperatuurmethode, sterilisatie...)

Het is ook zinvol om verschillende (betrouwbare) informatiebronnen over dit onderwerp te leren kennen. De leerlingen kunnen erop attent gemaakt worden dat deze leerstof ontoereikend is als handleiding om de methoden in de praktijk toe te passen. Zeker wat het pilgebruik betreft, moeten ze aangezet worden om hun (CLB)arts te raadplegen.

Het gebruik van de koffer met voorbehoedsmiddelen van Sensoa is hier aan te raden. Deze koffer kan gekocht worden bij Sensoa of geleend worden bij CLB en mutualiteit.

Voor medische informatie is het aangewezen de leerlingen door te verwijzen naar een arts of apotheker. Volgende technieken die de vruchtbaarheid stimuleren kunnen aan bod komen: kunstmatige inseminatie (KID), in-vitrofertilisatie (IVF), intracytoplasmatische sperma injectie (ICSI), in-vitromaturatie (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 levenswijze om zwanger te worden kan aan bod komen en ethische aspecten bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap, noodpil, abortus... kunnen besproken worden. (AD5, AD6 en AD8).

Het inzicht op de noodzaak van preventie van soa's primeert op een systematische studie van verschillende aandoeningen (AD5 en AD8). Het biologisch inzicht in het verloop en de behandeling zou bij de leerlingen moeten resulteren in een verantwoord gedrag. 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.

Thema's die bij de doelen voor wetenschap en samenleving aan bod kunnen komen zijn AD5, AD6, AD7 en AD8:

- de prenatale zorg;
- de gezonde leefwijze van de zwangere vrouw;
- de mogelijke risico's bij prenatale onderzoeken;
- het belang van borstvoeding met de verschillen op wereldvlak;
- de 'noodpil' en abortus;
- de ethische aspecten bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap...;
- de houding van de Westerse wereld t.o.v. de standpunten van godsdiensten in verband met contraceptiva, condoomgebruik, abortus, onvruchtbaarheidsbehandelingen...;
- het maatschappelijk belang van het begrip 'raszuiverheid' in de plant- en dierenwereld (renpaarden, graangewassen, hondenrassen...).

Suggesties voor leerlingexperimenten

- microscopisch onderzoek van eierstof, eileider, baarmoederwand, stadia in de eicel;
- microscopisch onderzoek van testis, bijbal, zaadleider, spermatozoïden.

Link met het leerplan eerste graad

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

7.6 Erfelijkheid

7.6.1 Chromosomale erfelijkheid

(ca. 10 lestijden)

B21	Aan de hand van eenvoudige kruisingsschema's en/of stambomen, mono- en dihybride overerving van kenmerken bij de mens toelichten .	NW1 NW2
U21	Uit de resultaten van proeven, de wetten van Mendel afleiden.	
B22	In concrete voorbeelden de begrippen gen, dominant en recessief allel, homozygoot en heterozygoot, genotype en fenotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving gebruiken en verbanden leggen .	NW 1 NW 2



B23	De resultaten van mono- en dihybride kruisingen verklaren en symbolisch voorstellen.	NW 1 NW 2
B24	Aan de hand van het ABO-bloedgroep-systeem het begrip multiple allelen omschrijven.	NW 2
B25	Verschillen tussen de geslachtschromosomen toelichten.	NW 1 NW 2
B26	Het begrip geslachtsgebonden erfelijkheid omschrijven en in een stamboom toepassen.	NW 2
U26a	Uit de resultaten van beschreven experimenten, het begrip polygenie afleiden.	
U26b	Uit de resultaten van experimenten van Morgan en uit genenkaarten, afleiden dat genen kunnen gekoppeld zijn en dat er overkruising of crossing-over kan optreden.	

Wenken

Leerlingen hebben vaak eigen ideeën en beelden over aanleg, erfelijkheid, lijken op ouders.

Aan de hand van eenvoudige stambomen en kruisingsschema's kunnen leerlingen inzicht verwerven in de wetmatigheden van de overervingsmechanismen.

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, trisomie 21, resusfactor, de overerving van bloedgroepen (multiple allelen) ... kunnen gebruikt worden.

Voorbeelden van X-geslachtsgebonden allelen zijn: kleurenblindheid, hemofilie, Duchenne-spierdystrofie... De stamboom van de koningshuizen in Europa is hierbij een aangewezen voorbeeld om de overerving van hemofilie te illustreren. De overerving kan van het geslacht verduidelijkt worden door het verschil tussen het X- en Y-chromosoom met seks bepalende regio (SRY) (met TDF en MIS) als geslachtsbepalende factor en door analyse van stambomen met ziekten die vaker bij mannen dan bij vrouwen voorkomen.

Suggestie voor onderzoeksopdracht

- De proeven van Mendel dienen als uitgangspunt om mono- en dihybride kruisingen uit te werken en de resultaten te interpreteren.

- Uit gegeven resultaten van de proeven van Mendel, de mendelwetten afleiden.

Het oplossen van analysevraagstukken kan een onderdeel zijn van een uitgebreidere onderzoeksopdracht (AD2 tot en met AD4).

7.6.2 Moleculaire erfelijkheid

(ca. 6 lestijden)

B27	Aan de hand van concrete voorbeelden, illustreren dat de genetische informatie in het DNA via eiwitten tot expressie komt in kenmerken.	NW 1
B28	Oorzaken van mutaties opnoemen en in verband met het leefmilieu brengen.	NW 1 NW 2
B29	Illustreren aan de hand van voorbeelden dat variatie tussen organismen ontstaat door het samenspel van genetisch materiaal en omgevingsinvloeden.	NW 1 NW 5
U29a	Het verloop van de eiwitsynthese aan de hand van een schema beschrijven.	
U29b	De genetische code toelichten.	
U29c	Genoom-, chromosoom- en genmutaties met voorbeelden illustreren.	

Wenken

Elk gen brengt via een eiwit een kenmerk tot uiting. De eiwitsynthese bestaat uit twee stappen, enerzijds de transcriptie in de kern, en anderzijds de translatie naar eiwit in het cytoplasma. 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 (AD5). Enkel de functie van m-RNA en t-RNA en van de tripletcode licht men kort toe.

Omgevingsfactoren kunnen zowel fenotypische (niet-overerfbare) veranderingen (modificaties) als veranderingen in het DNA (overerfbare)(mutaties) doen ontstaan. Het is niet de bedoeling om diep in te gaan op alle mogelijke vormen van mutaties. De invloed van mutagene milieufactoren (chemische stoffen, stralingen...) op het ontstaan en de frequentie van mutaties (en kankergezwellen) licht men toe aan de hand van voorbeelden.

De invloed van biologische, chemische en fysische factoren bij het ontstaan van mutaties kan men verbinden aan aspecten van lichamelijke gezondheid (AD8). 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 vaatandoeningen... aanzienlijk is. De factoren die een invloed hebben op de zwangerschap zijn reeds 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. De selectie van mutanten in veeteelt en landbouw geeft het ontstaan aan nieuwe rassen.

Via voorbeelden van zowel modificaties als mutaties verduidelijken we het verschil tussen beide en de gevolgen voor het organisme:

- modificaties: spieratrofie bij patiënt die moet rusten na ongeval, verschillende opvoeding (voeding) van een eeneiige tweeling, verschil in oorlengte bij konijnen die in het voorjaar of najaar worden geboren, kleurverschil bij flamingo's, verschil in bladkleur bij een beuk, verschil in vorm van de bovenste en onderste bladeren van klimop...
- mutaties: mucoviscidose, sikkelcelanemie, ziekte van Huntington, cri-du-chat, Turnersyndroom, Klinefelter syndroom, trisomie 21...

In de gentechnologie vinden we verschillende voorbeelden van genexpressie:

- productie van medicijnen (menselijk insuline en 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).

Visualisaties leiden tot een betere begripsvorming van dit complex proces (animaties, film, applets...). Het Vlaams Interuniversitair Instituut voor Biotechnologie (www.vib.be) stelt hiervoor gratis materiaal beschikbaar (brochures, cd-rom Bio Trom...).

Suggestie voor leerlingenopdracht

- opstellen en interpreteren van een modificatie-variabiliteit (Gauss)-curve.

7.6.3 *Biotechnologie*

(ca. 4 lestijden)

V22

Toepassingen van bio- en gentechnologie met inbegrip van genetische testen, illustreren en de ethische dimensie ervan toelichten.

V23

Het principe van enkele gentechnieken beschrijven.

Wenken

Als uitgangspunt voor biotechnologie kan men voorbeelden van natuurlijke genoverdracht (bv. tumorvorming op wilgenbomen) nemen waarbij het begrip plasmide aan bod komt. Vanuit de ontdekking en kennis van plasmiden, restrictie-enzymen en ligasen wordt de ontwikkeling en het ontstaan van transgene organismen of GGO's (Genetisch Gemodificeerde Organismen) geduid. Het ontrafelen van het

genoom van de mens, van modelbacteriën, dieren en planten heeft de weg geopend naar tal van technische, medische en agrarische toepassingen.

Een beperkt aantal voorbeelden kan hier aan bod komen. Het is zeker niet de bedoeling de technische aspecten van het ontstaan van GGO, PCR, southern blot in detail te beschrijven en te bespreken. Polymerase kettingreactie (PCR), DNA fingerprint kunnen met computersimulaties toegankelijk gemaakt worden.

Sommige toepassingen zijn onmisbaar, andere zijn omstreden. De op biologisch inzichten gebaseerde technieken kunnen vanuit ethisch standpunt kritisch benaderd worden. De volgende aspecten kunnen aan bod komen: de mogelijke toegang tot informatie uit genetische testen en de implicaties hiervan (privacy, recht op weten, omgaan met kansen, belang van counseling, embryoselectie), de opkomst en het wingedrag van de biotechnologie bedrijven, de implicaties voor derdewereldlanden, de keuzevrijheid van consument en producent, de verantwoordelijkheid t.o.v. milieu en gezondheid (AD8), prenatale/genetische diagnostiek, verwantschapstesten, opsporen van gendefecten, therapeutisch en reproductief klonen.

Voorbeelden van het belang van biotechnologie voor de samenleving (productie van waardevolle stoffen, transgene planten en dieren met verbeterde eigenschappen op allerlei domeinen):

- geneeskunde: gentherapie bij de mens, insulineproductie, productie van vaccins (Hepatitis-B-vaccin, griepvaccins), therapeutisch klonen en stamcellen...;
- milieu: bacteriën breken kunststoffen af; bacteriën concentreren metalen in de bodem...;
- landbouw en veeteelt: transgeen maïs bevat een gen waardoor de plant ongevoelig wordt voor herbiciden, transgeen maïs die kouderesistent is, sinaasappelen en druiven zonder pitten, bloemen met ongewone kleuren (zwarte tulpen), klonen...;
- gerechtelijk onderzoek.

Suggestie voor onderzoeksoopdrachten:

Een onderzoeksoopdracht over een biomedisch/biosociaal onderwerp, die aansluit bij dit thema, biedt de mogelijkheid om leerlingen opzoekingswerk te laten uitvoeren en hierover in discussie te gaan.

7.7 Evolutie

(ca. 6 lestijden)

B30	Argumenten aangeven die de biologische evolutie ondersteunen en tegenargumenten kritisch bespreken.	NW 4 NW 5 NW 6
B31	De evolutie van soorten verklaren volgens de theorie van de Lamarck en Darwin.	NW 4 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".

Doelstelling B32 leent zich goed om te illustreren dat natuurwetenschappen behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid (AD5, AD6, AD7 en AD8). 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 geen geloofsleer is die zonder meer aanvaard moet worden maar wel gebaseerd is op natuurwetenschappelijke argumenten.

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.

B33	Het proces van de hominatie illustreren .	NW 4 NW 6
U33	Criteria hanteren die toelaten om fossiele mensachtigen op de geologische tijdschaal te plaatsen.	

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 voormensen (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).

7.8 Microbiologie

7.8.1 Bacteriën en virussen

(ca. 12 lestijden)

V24	Gelijkenissen en verschillen in bouw en fysiologie tussen bacteriële cel en eukaryote cel en een virus aanduiden.	NW1
V25	Aantonen dat bacteriën en virussen de menselijke gezondheid beïnvloeden.	NW5



V26	Sterilisatie-, kweek- en bewaar- technieken toelichten en vergelijken.	NW6
V27	Een voorbeeld van een ziekteverwekkende en van een nuttige bacteriesoort bespreken.	NW5
V28	Een schematische voorstelling van de bacteriële cel tekenen en de functie van de delen noteren.	
V29	Op een groeicurve, de verschillende fasen van de levenscyclus van een bacterie aanduiden en het belang van de exponentiële fase benadrukken .	
V30	Uit resultaten van experimenten factoren afleiden die de groei van bacteriën beïnvloeden.	
V31	Een betekenis van sporevorming voor bacteriën verwoorden en het potentieel gevaar hiervan voor de mens verduidelijken .	
V32	Aan de hand van een typevoorbeeld, bouw en voortplanting van een virus bespreken.	NW1

Wenken

Aan de hand van EM afbeeldingen worden de delen van de bacteriële (prokaryote) cel besproken en vergeleken met de eukaryote cel.

Bij het bespreken van een ziekteverwekker kan men zich laten leiden door de actualiteit en door de interesse van de leerlingen: ziekte van Lyme, tyfus, hersenvliesontsteking, ziekenhuisinfecties door MRSA ...

Voorbeelden van toepassingen van nuttige bacteriën vindt men in de voedingssector (yoghurt, kaas...). In de chemische industrie (bv. afbraak van gechloreerde koolwaterstoffen), in de gezondheidssector (de symbiotische darmflora, produceren van insuline...) en bij ecosystemen (bv. waterzuivering).

Een groeicurve van bacteriën wordt bestudeerd. Ze kan eventueel op basis van cijfergegevens zelf getekend worden. Men berekent het aantal bacteriën dat onder optimale omstandigheden na een bepaald tijdsverloop uit de vermenigvuldiging van één bacterie met een bepaalde generatietijd ontstaat. Uit die berekening zal duidelijk de noodzaak van strenge veiligheidsnormen in een microbiologisch laboratorium blijken.

Via het uitwerken van een typevoorbeeld, kan men belangrijke verschillen tussen een bacterie en een virus wat bouw en voortplanting betreft, duidelijk maken. Hieraan gekoppeld kan ook duidelijk gemaakt worden dat antibiotica tegen virussen niet werken (AD8).

Suggesties voor leerlingexperimenten

- Het effect van verschillende factoren (temperatuur, pH, osmotische druk, zuurstofbeschikbaarheid, antibiotica, ontsmettingsmiddelen) op de groei van bacteriën;
- Een enkelvoudige en een gedifferentieerde kleuring op bacteriën uitvoeren;

- Microscopische bacteriën herkennen en benoemen (morfologie van bacteriën, onderscheid tussen grampositief en gramnegatief, de rol van de celwand);
- Het aerob kiemgetal van een substraat bepalen.
- Steriele voedingsbodem bereiden en beënten.

Firma's voor chemicaliën beschikken over gespecialiseerde catalogi met beschrijvingen van voedingsbodems, kleurstoffen, indicatoren, testen...

Bij het bereiden en steriliseren van een voedingsbodem leren de leerlingen de principes van het kweken van micro-organismen in de praktijk toepassen.

7.8.2 Afweer

(ca. 8 lestijden)

V33	Aan de hand van voorbeelden, de noodzaak van bescherming tegen lichaamsvreemde indringers toelichten.	NW5
V34	Aan de hand van een gegeven schema, specifieke en niet-specifieke afweer beschrijven.	
V35	Aan de hand van een schema, het verschil tussen vaccinatie en serumtherapie toelichten.	NW5 NW6
V36	Het ABO- en resussysteem uitleggen en in verband brengen met mogelijke agglutinatie.	
V37	Aan de hand van enkele aandoeningen de afwijkende werking van het afweersysteem toelichten en het begrip allergie omschrijven.	NW5


Wenken

Aan de hand van voorbeelden kan geïllustreerd worden hoe het lichaam een eerste barrière vormt tegen vreemde indringers. Er kan vervolgens geïllustreerd worden hoe een tweede afweerlijn optreedt in verschillende stappen die gepaard kunnen gaan met allerlei symptomen (vb. ontsteking, koorts...). Ten slotte kan verwezen worden naar de derde afweerlijn met de specifieke werking van T- en B- lymfocyten.

Voor vaccinatie kan vanuit een historische context vertrokken worden (koepokvirus). Vaccinatie is een voorbeeld van actieve en serumtherapie is een voorbeeld van en passieve immunisatie. Vaccinatieboekje (kinderen) en vaccinatiekaart kunnen gebruikt worden.

Het doorgeven van antistoffen via de moedermelk is een voorbeeld van passieve immunisatie.

De afwijkende werking van het afweersysteem omvat zowel het overreageren (vb. allergieën) als het compleet falen (Aids). De rol van histamine en het gevaar voor shock kunnen behandeld worden. Men kan het feit aanhalen dat virussen of bacteriën kunnen muteren, zodat het lichaam niet altijd een snelle en gepaste afweer kan opbouwen.



Men kan eveneens aanhalen dat het immunologisch systeem verantwoordelijk is voor de afstotingsverschijnselen bij orgaantransplantaties en dat men deze afstoting met bepaalde medicijnen (immuun suppressieve stoffen) kan onderdrukken.

Ook lichaamseigen cellen die ontaard zijn en niet meer naar behoren kunnen functioneren, kunnen ook door het afweersysteem vernietigd worden. Hierdoor krijgen kankercellen niet altijd de kans om hun, soms desastreus, werk te verrichten.

Suggestie voor leerlingexperiment

- microscopisch onderzoek van commerciële bloedpreparaten.

Suggesties voor onderzoeksonderwerpen

De realisatie van deze leerplandoelstellingen kan gebeuren aan de hand van een onderzoeksopdracht waarbij gewerkt wordt aan een of meerdere aspecten van onderzoekend leren (AD1 tot AD5).

In aanverwante contexten kan de verworven kennis toegepast worden. Hierbij kan er aandacht besteed worden aan gezondheid en hygiëne en het maatschappelijk belang:

- het onderzoek naar bloedgroepen, antigeenwerking en bloedtransfusies, resusantagonisme;
- de problematiek van orgaantransplantaties en afstotingsreacties;
- het falen van het immuunsysteem bij HIV besmetting (seropositief en aids);
- de resistentie bij bacteriën en virussen;
- infectieziekten (ziekteverwekker, wijze van besmetting, incubatieperiode, infectie, preventie, behandeling), allergieën, auto-immuunziekten;
- het nut van een griepvaccin.

8 Minimale materiële vereisten

Bij het uitvoeren van experimenten door leerlingen dient de leerkracht rekening te houden met de grootte van de klasgroep om de doelstellingen te kunnen realiseren en de veiligheid van eenieder te garanderen.

8.1 Algemeen

Om de leerplandoelstellingen bij de leerlingen 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

Om de beoogde doelstellingen van het leerplan te kunnen bereiken, moet men in het lokaal gebruik kunnen maken van het internet en moet de leerkracht kunnen beschikken over moderne (mobiele) communicatiemiddelen: bv. pc, laptop, tablet...

Visualisatie is noodzakelijk. Projectie (zoals beamer met computer, apps op tablet...) stimuleert een krachtige leeromgeving.

Om in toegepaste biologie onderzoekend leren te stimuleren is een lokaal met een demonstratietafel een meerwaarde.

8.3 Materiaal voor demonstratie-experimenten

Suggesties voor leerlingexperimenten, vermeld bij de leerplandoelstellingen, laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo en de grootte van de klasgroep. Niet vermelde experimenten, die aansluiten bij de leerplandoelstellingen, zijn vanzelfsprekend ook toegelaten.

Omdat de leerlingen per 2 (uitzonderlijk per 3) werken, zullen een aantal zaken in meervoud moeten aanwezig zijn. Voor de duurdere toestellen kan de leraar zich, afhankelijk van de klasgrootte, beperken tot 1 à 2 exemplaren, die dan gebruikt worden in een circuitpracticum.



8.4 Basismateriaal

8.4.1 Algemeen

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

8.4.2 Toestellen

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

8.4.3 Hulpmiddelen bij experimenten en waarnemingen

- Micropreparaten (draagglazen, dekglasjes)
- Tweedimensionale modellen: foto's, wandplaten
- Driedimensionale modellen: voortplantingsorganen man en vrouw
- Koffer met voorbehoedsmiddelen (eventueel via Sensoa, CLB, mutualiteit...)
- Prikborden en/of magneetborden
- Materiaal om pH-metingen uit te voeren (pH-meter, pH-strips, universeel indicator)
- Chemicaliën:
 - 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

8.4.4 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
 - beschermkledij (labojassen);
 - veiligheidsbrillen en handschoenen;
 - oogdouche of oogspoelflessen.
- 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

- 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.