

**LEERPLAN SECUNDAIR ONDERWIJS**

**TOEGEPASTE BIOLOGIE**

derde graad tso

Techniek-wetenschappen

BRUSSEL D/2017/13.758/012

September 2017  
(vervangt leerplan D/2014/7841/024



Inhoud

[1 Inleiding en situering van het leerplan 4](#_Toc481576911)

[1.1 Gedifferentieerde beginsituatie 4](#_Toc481576912)

[1.2 Plaats in de lessentabel 4](#_Toc481576913)

[2 Leerlijnen 5](#_Toc481576914)

[2.1 De vormende lijn voor natuurwetenschappen 6](#_Toc481576915)

[2.2 Leerlijnen natuurwetenschappen 7](#_Toc481576916)

[2.3 Leerlijn en mogelijk timing 15](#_Toc481576917)

[3 Algemene pedagogisch-didactische wenken 16](#_Toc481576918)

[3.1 Leeswijzer bij de doelstellingen 16](#_Toc481576919)

[3.2 Leerplan versus handboek 17](#_Toc481576920)

[3.3 Taalgericht vakonderwijs 18](#_Toc481576921)

[3.4 ICT 19](#_Toc481576922)

[3.5 Dissecties als werkvorm 20](#_Toc481576923)

[3.6 De geïntegreerde proef 21](#_Toc481576924)

[4 Algemene doelstellingen 22](#_Toc481576925)

[4.1 Onderzoekend leren/leren onderzoeken 22](#_Toc481576926)

[4.2 Wetenschap en samenleving 25](#_Toc481576927)

[4.3 Gezondheid 27](#_Toc481576928)

[5 Leerplandoelstellingen 29](#_Toc481576929)

[5.1 De cel 29](#_Toc481576930)

[5.2 Stofwisselingsprocessen en hun regulatie 32](#_Toc481576931)

[5.3 Microbiologie 43](#_Toc481576932)

[5.4 Voortplanting 46](#_Toc481576933)

[5.5 Erfelijkheid 51](#_Toc481576934)

[5.6 Evolutie 57](#_Toc481576935)

[6 Minimale materiële vereisten 59](#_Toc481576936)

[6.1 Infrastructuur 59](#_Toc481576937)

[6.2 Uitrusting 59](#_Toc481576938)

[6.3 Basismateriaal 60](#_Toc481576939)

[6.4 Veiligheid en milieu 61](#_Toc481576940)

[7 Evaluatie 62](#_Toc481576941)

[7.1 Inleiding 62](#_Toc481576942)

[7.2 Leerstrategieën 62](#_Toc481576943)

[7.3 Proces- en productevaluatie 63](#_Toc481576944)

[8 Eindtermen 64](#_Toc481576945)

1. Inleiding en situering van het leerplan
   1. Gedifferentieerde beginsituatie

Als de tweede graad haar observerende en oriënterende rol heeft waargemaakt, mogen we er van uitgaan dat de leerling die start in de derde graad van de studierichting Techniek-wetenschappen interesse heeft voor natuurwetenschappen. Daarnaast zal deze leerling op wetenschappelijk én wiskundig vlak de nodige competenties (kennis, vaardigheden, attitudes) beheersen om met succes deze richting te volgen.

Deze leerlingen hebben met succes één van de volgende studierichtingen gevolgd in de tweede graad:

* *Techniek-wetenschappen of Industriële wetenschappen*
* *Aso-studierichtingen met* ***1-uursleerplannen*** *biologie, chemie en fysica: Economie, Grieks, Grieks-Latijn, Humane wetenschappen, Latijn.*
* *Aso-Studierichtingen met* ***2-uursleerplannen biologie****, chemie en fysica: Wetenschappen en Sportwetenschappen.*

Om de gedifferentieerde beginsituatie van de leerlingen goed te kennen is het dan ook belangrijk om de leerplannen van de tweede graad grondig door te nemen.

* 1. Plaats in de lessentabel

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

1. Leerlijnen

Een leerlijn is de lijn die wordt gevolgd om kennis, attitudes of vaardigheden te ontwikkelen. Een leerlijn beschrijft de constructieve en (chrono)logische opeenvolging van wat er geleerd dient te worden.

Leerlijnen geven de samenhang in de doelen, in de leerinhoud en in de uit te werken thema’s weer.

* **De vormende lijn voor natuurwetenschappen** geeft een overzicht van de wetenschappelijke vorming van het basisonderwijs tot de derde graad van het secundair onderwijs (zie 2.1).
* **De leerlijnen** **natuurwetenschappen van de eerste graad over de tweede graad naar de derde graad** beschrijven de samenhang van natuurwetenschappelijke begrippen en vaardigheden (zie 2.2).
* **De leerlijn biologie binnen de derde graad Techniek - wetenschappen** beschrijft de samenhang van de thema’s biologie (zie 2.3).

De leerplandoelstellingen vormen de bakens om de leerlijnen te realiseren. **Sommige methodes bieden daarvoor een houvast, maar gebruik steeds het leerplan parallel aan de methode!**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Eerste graad** | **Tweede graad** | **Derde graad** |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

**Leerlijn binnen de derde graad**

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

* 1. De vormende lijn voor natuurwetenschappen

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Basisonderwijs** | **Wereldoriëntatie: exemplarisch**  *Basisinzichten ontwikkelen in verband met verschijnselen in de natuur* | | |
| **Eerste graad**  **(A-stroom)** | **Natuurwetenschappelijke vorming**  *Inzicht krijgen in de wetenschappelijke methode: onderzoeksvraag, experiment, waarnemingen, besluitvorming*   * Natuurwetenschappelijke vorming waarbij de levende natuur centraal staat maar waarbij ook noodzakelijke aspecten van de niet-levende natuur aan bod komen * Beperkt begrippenkader * Geen formuletaal (tenzij exemplarisch) | | |
| **Tweede graad** | **Natuurwetenschappen** *Wetenschap voor de burger*  In **sommige richtingen van het tso** (handel, grafische richtingen, stw …) en **alle richtingen van het kso**   * Basisbegrippen * Contextuele benadering (conceptuele structuur op de achtergrond) | **Biologie/Chemie/Fysica** *Wetenschap voor de burger, wetenschapper, technicus …*  In **sommige richtingen van het tso** (techniek-wetenschappen, biotechnische wetenschappen …) en in **alle richtingen van het aso**   * Basisbegrippen * Conceptuele structuur op de voorgrond (contexten op de achtergrond) | |
| **Derde graad** | **Natuurwetenschappen** *Wetenschap voor de burger*   * In sommige richtingen van aso, tso en kso * Contextuele benadering | | **Biologie/Chemie/Fysica** *Wetenschap voor de wetenschapper, technicus …*   * In sommige richtingen van tso en aso * Conceptuele structuur (contexten op de achtergrond) |

* 1. Leerlijnen natuurwetenschappen

De inhouden **biologie** staan in het **vet** gedrukt. Om de realisatie van de leerlijn te waarborgen is overleg met collega’s van de tweede graad nodig, ook wat betreft de invulling van de practica en de keuze van demoproeven.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Leerlijn** | **Eerste graad** | **Tweede graad Tech. Wet.** | **Derde graad Tech. Wet.** |
| Materie | *Deeltjesmodel*   * Materie bestaat uit deeltjes met ruimte ertussen * De deeltjes bewegen met een snelheid afhankelijk van de temperatuur | *Deeltjesmodel*   * Moleculen * Atoombouw - atoommodellen (eerste 18 elementen) * Snelheid van deeltjes en temperatuur | *Deeltjesmodel*   * Uitbreiding atoommodel en opbouw periodiek systeem * Orbitaalmodel |
| *Stoffen*   * Mengsels en zuivere stoffen * Mengsels scheiden: op basis van deeltjesgrootte * Massa en volume * Uitzetten en inkrimpen | *Stoffen*   * Stofconstanten: smeltpunt, stolpunt, kookpunt, massadichtheid * Mengsels: scheidingstechnieken, concentratiebegrip * Chemische bindingen * Formules * Molaire massa en molbegrip * Enkelvoudige en samengestelde * Stofklassen * Thermische uitzetting | *Stoffen*   * Sigma- en pi-binding * Ruimtelijke bouw * Lewisstructuren * Polaire-apolaire verbindingen * Koolstofverbindingen m.i.v. polymeren en **biochemische stofklassen (eiwitten, vetten, suikers en kernzuren)** * Mengsels: uitbreiding concentratie-eenheden * Geleiders, isolatoren, wet van Pouillet |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *Faseovergangen*   * Kwalitatief | *Faseovergangen*   * Energie bij fasen en faseovergangen: kwantitatief |  |
| *Stofomzettingen*   * **Structuurveranderingen verklaren met deeltjesmodel** | *Stofomzettingen*   * Chemische reacties – reactievergelijkingen * Reactiesnelheid: kwalitatief * Reactiesoorten: ionenuitwisseling en elektronenoverdracht * Oplosproces in water * Stoichiometrie | *Stofomzettingen*   * Reactiesnelheid kwantitatief * Chemisch evenwicht * Reactiesoorten: zuur-basereacties, redoxreacties, neerslagreacties, complexometrische reacties, reactiesoorten in de koolstofchemie * Stofwisseling: opbouw-   afbraakreacties   * Radioactief verval |
| Snelheid, kracht, druk | *Snelheid*   * Kracht en snelheidsverandering | *Snelheid*   * Als vector * Van licht * Kinetische energie | *Snelheid*   * Kinematica: snelheid en snelheidsveranderingen, één- en tweedimensionaal * Golfsnelheden |
| *Krachtwerking*   * Een kracht als oorzaak van vorm- en/of snelheidsverandering van een voorwerp | *Krachtwerking*   * Kracht is een vectoriële grootheid * Krachten met zelfde werklijn samenstellen * Evenwicht van krachten: lichaam in rust en ERB | *Krachtwerking*   * Kracht als oorzaak van EVRB * Centripetale kracht bij ECB * Onafhankelijkheidsbeginsel * Beginselen van Newton * Harmonische trillingen (veersysteem) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *Soorten krachten*   * Magnetische * Elektrische * Mechanische | *Soorten krachten*   * Contactkrachten en veldkrachten * Zwaartekracht, gewicht * Veerkracht | *Soorten krachten*   * Elektrische krachtwerking, elektrisch veld, coulombkracht, intra- en intermoleculaire krachten * Magnetische krachtwerking, magnetische veld, lorentzkracht |
|  | *Druk*   * bij vaste stoffen * in vloeistoffen * in gassen (m.i. v. de gaswetten) |  |
| Energie | *Energievormen*   * Energie in stoffen (voeding, brandstoffen, batterijen …) | *Energievormen*   * Warmte: onderscheid tussen warmtehoeveelheid en temperatuur | *Energievormen*   * Elektrische energie, spanning, stroomsterkte, joule-effect, toepassingen * Elektromagnetisch inductie-verschijnsel * Gravitationele potentiële en kinetische energie * Elastische potentiële energie |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | *Energieomzettingen*   * Fotosynthese | *Energieomzettingen*   * Arbeid, energie, vermogen berekenen * Wet van behoud van energie * Energiedoorstroming in ecosystemen * Exo- en endo-energetische chemische reacties | *Energieomzettingen*   * Fotosynthese, aërobe en anaërboe celademhaling |
| *Transport van energie*   * Geleiding * Convectie * Straling |  | *Transport van energie*   * Trillingsenergie: lopende golven, geluid, eigenschappen |
| *Licht en straling*   * Zichtbare en onzichtbare straling | *Licht en straling*   * Licht: rechtlijnige voortplanting, terugkaatsing, breking, lenzen, spiegels, optische toestellen | *Licht en straling*   * Ontstaan van licht * Transport van elektromagnetische energie: EM spectrum |
| Leven | ***Biologische eenheid***   * Cel op lichtmicroscopisch niveau herkennen * Organisme is samenhang tussen organisatieniveaus (cellen - weefsels - organen) * Bloemplanten: functionele bouw wortel, stengel, blad, bloem * Gewervelde dieren (zoogdier) - mens: (functionele) bouw (uitwendig-inwendig; organen-stelsels) | ***Biologische eenheid***   * Cel op lichtmicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel | ***Biologische eenheid***   * Cel op submicroscopisch niveau: prokaryote en eukaryote cel, plantaardige en dierlijke cel |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ***Soorten***   * Herkennen a.d.h.v. determineerkaarten * Verscheidenheid * Aanpassingen aan omgeving | ***Soorten***   * Determineren en indelen | ***Soorten***   * Als voortplantingscrite­rium * Genetische variaties: adaptatie, modificatie, mutatie |
| ***In stand houden van leven***   * Bij zoogdieren en de mens:   + de structuur en de functie van spijsverteringsstelsel   + transportstelsel   + ademhalingsstelsel   + excretiestelsel * Bij bloemplanten de structuur en functie van hoofddelen | ***In stand houden van leven***   * Bij zoogdieren en de mens:   + structuur en functie van zenuwstelsel,   + bewegingsstructuren,   + hormonale regulaties | ***In stand houden van leven***   * Stofuitwisseling * Stofwisseling * Homeostase |
| ***Interacties tussen organismen onderling en met de omgeving***   * Gezondheid (n.a.v. stelsels) * Abiotische en biotische relaties:   + voedselrelaties   + invloed mens * Duurzaam leven | ***Interacties tussen organismen onderling en omgeving***   * Gezondheid: invloed van micro-organismen * Gedrag * Abiotische en biotische relaties:   + voedselrelaties   + materiekringloop   + energiedoorstroming   + invloed van de mens * Ecosystemen * Duurzame ontwikkeling | ***Interacties tussen organismen onderling en omgeving***   * Gezondheid: immunologie * Stofuitwisseling: passief en actief * Biotechnologie |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ***Leven doorgeven***   * Voortplanting bij bloemplanten en bij de mens |  | ***Leven doorgeven***   * DNA en celdelingen (mitose en meiose) * Voortplanting bij de mens: verloop en hormonale regulatie * Chromosomale genetica * Moleculaire genetica   ***Bacteriologie***   * Bacteriële cel * Groei en groeicurve * Nuttige en schadelijke soorten |
| ***Evolutie***   * Verscheidenheid * Biodiversiteit vaststellen * Aanpassingen aan omgeving bij bloemplanten, gewervelde dieren (zoogdieren) | ***Evolutie***   * Soortenrijkdom * Ordenen van biodiversiteit gebaseerd op evolutionaire inzichten | ***Evolutie***   * Biodiversiteit verklaren * Aanwijzingen * Theorieën * Van soorten m.i.v. ontstaan van eerste leven en van de mens |
| Wetenschappelijke vaardigheden | ***Waarnemen van organismen en verschijnselen***   * Geleid | ***Waarnemen van organismen en verschijnselen***   * Geleid en gericht | ***Waarnemen van organismen en verschijnselen***   * Gericht * Interpreteren |
| ***Metingen***   * Massa, volume, temperatuur, abiotische factoren (licht, luchtvochtigheid …) * Een meetinstrument correct aflezen en de meetresultaten correct noteren | ***Metingen***   * Meetnauwkeurigheid * Kracht, druk * SI eenheden | *Metingen*   * Spanning, stroomsterkte, weerstand, pH, snelheid * Titreren |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ***Gegevens***   * Onder begeleiding:   + grafieken interpreteren * Determineerkaarten hanteren | ***Gegevens***   * Begeleid zelfstandig:   + grafieken opstellen en interpreteren   + kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren   + verbanden tussen factoren interpreteren: recht evenredig en omgekeerd evenredig, abiotische en biotische * Determineren | ***Gegevens***   * Zelfstandig:   + grafieken opstellen en interpreteren   + kwalitatieve en kwantitatieve benaderingen van wetmatigheden interpreteren   + verbanden tussen factoren opsporen en interpreteren |
|  | ***Instructies***   * Gesloten * Begeleid | ***Instructies***   * Gesloten en open instructies * Begeleid zelfstandig | ***Instructies***   * Gesloten en open instructies * Zelfstandig |
| ***Microscopie***   * Lichtmicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren | ***Microscopie***   * Microscoop en binoculair: gebruik * Lichtmicroscopische beelden: waarnemen, interpreteren | ***Microscopie***   * Microscoop en binoculair: zelfstandig gebruik * Lichtmicroscopie: preparaat maken, waarnemen en interpreteren * Submicroscopische beelden: waarnemen en interpreteren * Bacteriologische kleuringen   ***Bacteriologisch onderzoek***   * Aseptisch werken * Bacterieculturen overenten * Beïnvloedende factoren onderzoeken |
| ***Onderzoekscompetentie***   * Onder begeleiding en klassikaal * Onderzoeksstappen onderscheiden:   + onderzoeksvraag   + hypothese formuleren   + voorbereiden   + experiment uitvoeren, data hanteren, resultaten weergeven,   + besluit formuleren | ***Onderzoekscompetentie***   * Onder begeleiding en alleen of in kleine groepjes * Oefenen in de onderzoeksstappen voor een gegeven probleem:   + onderzoeksvraag stellen   + hypothese formuleren   + bruikbare informatie opzoeken   + onderzoek uitvoeren volgens de aangereikte methode   + besluit formuleren   + reflecteren over uitvoering en resultaat   + rapporteren | ***Onderzoekscompetentie***   * Begeleid zelfstandig en alleen of in kleine groepjes * Een integraal mini-onderzoek uitvoeren voor een gegeven probleem:   + onderzoeksvraag stellen   + hypothese formuleren   + voorbereiden: informeren, methode opstellen, plannen   + onderzoek uitvoeren volgens de geplande methode   + besluit formuleren   + **reflecteren over uitvoering en resultaat**   + **rapporteren** |

* 1. Leerlijn en mogelijk timing

Het leerplan toegepaste biologie is een graadleerplan voor drie wekelijkse lestijden in het vijfde jaar en twee wekelijkse lestijden in het zesde jaar. Minstens 40 lesuren moeten besteed worden aan practica. Indien de school kiest voor een derde wekelijkse lestijd in het zesde jaar dan wordt sterk aanbevolen de uitbreidingsdoelstellingen (U) van dit leerplan te realiseren.

Mogelijke practica staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5 Leerplan-doelstellingen).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Thema’s** | **Concepten** | **Lestijden** | |
| *Derde graad (3 uur/week in het eerste leerjaar en 2 uur/week in het tweede leerjaar)*  *125 lestijden waarvan 40 lestijden practicum* | | | |
| 1. **De cel** | * 1.1 Functionele morfologie van de cel | | 8 u. |
| * 1.2 Processen van stofuitwisseling tussen cellen en hun milieu | | 6 u. |
| * 1.3 Cellen in verband | | 3 u. |
| 1. **Stofwisselingspro-cessen en hun regulatie** | * 2.1 Belang van biomoleculen | | 9 u. |
| * 2.2 Autotrofie | | 6 u. |
| * 2.3 Heterotrofie | | 8 u. |
| * 2.4 Aerobe en anaerobe ademhaling | | 6 u. |
| * 2.5 Homeostase * Homeostatische functie van bloed en lymfe * Afweer tegen lichaamsvreemde stoffen: immuniteit * Homeostatische functie van de nier en de lever (U) | | 14 u. |
| 1. **Microbiologie** |  | | 15 u. |
| 1. **Voortplanting** | * 4.1 Celcyclus | | 9 u. |
| * 4.2 Voortplanting bij de mens | | 13 u. |
| 1. **Erfelijkheid** | * 5.1 Klassieke genetica | | 12 u. |
| * 5.2 Mutaties | | 3 u. |
|  | * 5.3 Biotechnologie | | 6 u. |
| 1. **Evolutie** |  | | 7 u. |

De volgorde van de leerinhouden houdt rekening met de voorkennis en denkprocessen van de leerlingen. De ingebouwde leerlijn beoogt een progressieve en graduele groei van de leerling naar moeilijkere en meer complexe taken en probeert breuken in de horizontale en verticale samenhang te voorkomen.

In eerste instantie dient het leerplan te beantwoorden aan een verticale leerlijn over de leerjaren heen: een logische volgorde wat betreft de leerplaninhouden en in toenemende moeilijkheidsgraad.

1. Algemene pedagogisch-didactische wenken
   1. Leeswijzer bij de doelstellingen
      1. Algemene doelstellingen

De algemene doelstellingen slaan op de **brede, natuurwetenschappelijke vorming**. Deze doelen worden gerealiseerd binnen leerinhouden die worden bepaald door de basisdoelstellingen en eventuele verdiepende doelstellingen.

* + 1. Basisdoelstellingen, verdiepende doelstellingen en uitbreidingsdoelstellingen

Het verwachte beheersingsniveau heet **basis.** Dit is in principe ***het te realiseren niveau voor alle leerlingen van deze studierichting****.* Hoofdzakelijk dit niveau is bepalend voor de evaluatie. De basisdoelstellingen worden in dit leerplan genummerd als B1, B2 … De algemene doelstellingen (AD1, AD2 …) behoren ook tot de basis.

Het hogere beheersingsniveau wordt **verdieping** genoemd. De verdiepende doelstellingen zijn niet verplicht te realiseren en horen steeds bij een overeenkomstig genummerde basisdoelstelling. Zo hoort bij de verdiepende doelstelling V16 ook een basisdoelstelling B16. De evaluatie van dit hogere niveau geeft een bijkomende houvast bij de oriëntering van de leerling naar het hoger onderwijs.

Het leerplan biologie is een graadleerplan voor vijf graaduren. Indien de school kiest voor een zesde graaduur biologie dan wordt sterk aanbevolen om een keuze te maken uit de uitbreidingsdoelstellingen (U) van dit leerplan.

* + 1. Wenken

Wenken zijn niet-bindende adviezen waarmee de leraar en/of vakwerkgroep kan rekening houden om het biologieonderwijs doelgericht, boeiend en efficiënt uit te bouwen. ‘Mogelijke practica’ en ‘mogelijke demo-experimenten’ bieden een reeks suggesties van mogelijke experimenten, waaruit de leraar een oordeelkundige keuze kan maken.

Link met eerste/tweede graad

Bij deze wenken wordt duidelijk gemaakt wat de leerlingen reeds geleerd hebben in de voorgaande graden. Het is belangrijk om deze voorkennis mee te nemen bij het uitwerken van concrete lessen.

Toelichting voor de leraar

Soms staat er bij een leerplandoelstelling een wenk ‘Toelichting voor de leraar’. In deze wenken wordt specifieke achtergrondinformatie gegeven voor de leraar. Het is zeker niet de bedoeling dat de leerlingen dit moeten kennen.

Taalsteun

Zie verder.

Mogelijke practica

Onder elke groep van leerplandoelstellingen staan mogelijke practicumopdrachten vermeld. Uit de voorgestelde opdrachten kan een keuze worden gemaakt, mits een min of meer evenwichtige spreiding over de verschillende leerstofitems. Andere practica die aansluiten bij de leerplandoelstellingen zijn ook toegelaten.

* 1. Leerplan versus handboek

Het leerplan bepaalt welke doelstellingen moeten gerealiseerd worden en welk beheersingsniveau moet bereikt worden. Heel belangrijk hierin is de keuze van het werkwoord (herkennen, weergeven, vergelijken, …). Sommige doelstellingen bepalen welke strategieën er moeten gehanteerd worden zoals:

* … op beeldmateriaal aanduiden, benoemen en verschillen weergeven …
* … schematisch weergeven …
* …onderzoeken (en verklaren)
* een proces in de cel lokaliseren … en schematisch weergeven
* met voorbeelden illustreren …
* … vaardigheden verwerven en consequent toepassen …
* de invloed van ….. onderzoeken
* …verloop beschrijven …
* resultaten van … verklaren en symbolisch voorstellen
* stambomen analyseren

Bij het uitwerken van lessen, het gebruik van een handboek en het evalueren is het leerplan steeds het uitgangspunt. Een handboek gaat soms verder dan de basisdoelstellingen. De leerkracht moet er in het bijzonder over waken dat ook de algemene doelstellingen (AD) gerealiseerd worden.

* 1. 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 biologie.

In dit punt willen we een aantal didactische tips geven om de lessen biologie meer taalgericht te maken. Drie didactische principes: context, interactie en taalsteun wijzen een weg, maar zijn geen doel op zich.

* + 1. Context

Onder context verstaan we het betekenisgevend kader of verband waarin de nieuwe leerinhoud geplaatst wordt. Welke aanknopingspunten reiken we onze leerlingen aan? Welke verbanden laten we hen 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.

* + 1. 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.
* Leerlingen geven instructies aan elkaar bij het uitvoeren van een meting of een experiment.
* Leerlingen vullen gezamenlijk een tabel in bij het uitvoeren van een experiment.
* 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 onderzoeksvraag.
* Leerlingen formuleren zelf een onderzoeksvoorstel.
* Leerlingen formuleren een eigen besluit en toetsen die af aan de bevindingen van anderen bij een bepaalde waarnemingsopdracht.

Voorzie begeleiding tijdens de uitvoering van opdrachten, voorzie een nabespreking.

* + 1. 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 ... ). Het begrijpen van deze operationele werkwoorden is noodzakelijk om de opdracht correct uit te voeren.

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.

Het onderscheid tussen dagelijkse en wetenschappelijke context moet een voortdurend aandachtspunt zijn in het wetenschapsonderwijs. Als we in de dagelijkse context spreken van ‘gewicht’ dan bedoelen we in een wetenschappelijke context eigenlijk ‘massa’. Gewicht heeft in een wetenschappelijke context een heel andere betekenis.

* Gebruik visuele weergaven. Enkele voorbeelden uit dit leerplan:
  + beeldmateriaal (van 3D-modellen tot vlakke voorstellingen, (projectie van) lichtmicroscopische opnames, elektronenmicroscopische foto’s, orgaan- en celmodellen, …);
  + videofilmpjes en animaties: celfysiologische processen, celdeling, embryonale ontwikkeling, …
  + tabellen, stambomen, …;
  + schema’s: eenvoudige voorstellingen van biochemische moleculen, reactieschema’s van biochemische omzettingen, schema’s van hormonale regulaties …;
  + opgezet materiaal: schedels, hart, nieren.
* Hanteer passende leerstrategieën.

In de leerplandoelstellingen is operationeel verwoord wat de leerling moet kunnen en welke (leer)strategieën moeten gehanteerd worden. Het is belangrijk dat zowel tijdens de lessen, de opdrachten als de evaluatiemomenten deze strategieën getraind worden.

* 1. 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 biologie.

* Als leermiddel in de lessen: visualisaties, informatieverwerving, mindmapping …
* Bij experimentele opdrachten of waarnemingsopdrachten: chronometer, fototoestel, apps, sensoren …
* Voor tools die de leerling helpen bij het studeren: leerplatform, apps …
* Bij opdrachten zowel buiten als binnen de les: toepassingssoftware, leerplatform …
* Bij communicatie
  1. Dissecties als werkvorm

Het uitvoeren van proeven op dieren is een onderwerp dat momenteel in het maatschappelijk-ethisch debat ter discussie staat. Het al of niet uitvoeren van dissecties in het secundair onderwijs kan als een uitloper van dergelijke discussie gezien worden.

De huidige wettelijke bepalingen verbieden dissecties in het secundair onderwijs niet. Het uitvoeren van een dissectie zorgt voor een aantal praktische problemen zoals het vinden van geschikt organisch materiaal, het halen en wegbrengen ervan na een dissectie en de specifieke afvalproblematiek.

Daarnaast verandert het ethisch kader dat de mens in de maatschappij hanteert voortdurend. Voor jongeren is het onderwijs een belangrijke factor bij het ondersteunen en opbouwen van een ethisch waardepatroon. Het onderwijs in natuurwetenschappen vormt hierop geen uitzondering.

Om al die redenen zijn er geen doelstellingen (noch algemene, noch specifieke) die dissecties als werkvorm opleggen.

Om tegemoet te komen aan bovenstaande bedenkingen worden onderstaande wenken geformuleerd i.v.m. dissecties:

* Indien een leerling om bepaalde redenen geen dissectie wenst bij te wonen of uit te voeren dan moet men dit respecteren. De leerling moet wel de kans krijgen om de leerplandoelstellingen op een andere manier te realiseren.
* Leraars kunnen niet verplicht worden om dissecties uit te voeren ook al zijn er collega’s in dezelfde school die hier wel voor opteren.
* Vermijd dissecties op gewervelde dieren. Om die reden worden in dit leerplan alternatieven zoals modellen, films, animaties, afbeeldingen, tekeningen voorgesteld.
* De vakgroep wetenschappen kan een rol spelen bij het vertalen van deze wenken naar de concrete uitwerking op school.

Bovenstaande didactische wenken zijn onderschreven door alle onderwijskoepels van het secundair onderwijs.

* 1. De geïntegreerde proef

De geïntegreerde proef is in Techniek - wetenschappen een onderzoeksopdracht in verband met wetenschap en samenleving en/of wetenschap en techniek. Er wordt gebruik gemaakt van wetenschappelijke kennis en technische en communicatieve vaardigheden. Bij de onderzoeksopdracht is het aangewezen de algemene doelstellingen rond leren onderzoeken geïntegreerd aan bod te laten komen.

We verwijzen hierbij ook naar:

* visieteksten > De geïntegreerde proef in het voltijds secundair onderwijs.
* het servicedocument bij de lessentabel > 3de graad tso > Techniek - wetenschappen > Geïntegreerde proef

1. Algemene doelstellingen

Het leerplan toegepaste biologie is een **graadleerplan** voor **drie wekelijkse lestijden in het vijfde jaar en twee wekelijkse lestijden in het zesde jaar. Minstens 40 lesuren moeten besteed worden aan practica. Indien de school kiest voor een derde wekelijkse lestijd in het zesde jaar dan wordt sterk aanbevolen de uitbreidingsdoelstellingen (U) (of een selectie ervan) van dit leerplan te realiseren.**

Mogelijke practica staan bij ieder hoofdstuk vermeld onder de leerplandoelstellingen (zie punt 5 Leerplandoelstellingen).

* 1. Onderzoekend leren/leren onderzoeken

In natuurwetenschappen (biologie, chemie, fysica) wordt kennis opgebouwd door de ‘natuurwetenschappelijke methode’. In essentie is dit een probleemherkennende en -oplossende activiteit. De algemene doelstellingen (AD) betreffende onderzoekend leren/leren onderzoeken zullen geïntegreerd worden in de didactisch aanpak o.a. via demonstratie-experimenten, tijdens het uitvoeren van practica, door een onderwijsleergesprek waar onderzoekende aspecten aan bod komen.

Een **practicum** is een activiteit waarbij leerlingen, alleen of in kleine groepjes van 2 tot 3 leerlingen, begeleid zelfstandig **drie of meerdere deelaspecten van de natuurwetenschappelijke methode** combineren in het kader van een natuurwetenschappelijk probleem. **Hierbij is rapportering verplicht volgens de** wenken bij AD5.

Met deelaspecten bedoelen we:

* een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese over deze vraag formuleren (AD1);
* op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen (AD2);
* met een aangereikte methode een antwoord op de onderzoeksvraag zoeken of met de aangereikte methode een onderzoeksvoorstel uitvoeren (AD3);
* over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren (AD4);
* over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren (AD5).

In de tweede graad werd sterk begeleid aan deze deelaspecten (algemene doelstellingen) gewerkt. In de derde graad streeft men naar een toenemende mate van zelfstandigheid.

**Verwoording doelstelling**

Nummer **algemene doelstelling**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **ONDERZOEKSVRAAG**  Een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een onderzoeksvraag en indien mogelijk een hypothese of onderzoeksvoorstel over deze vraag formuleren. |
| **Wenken**  Het is belangrijk dat hierbij ‘onderzoekbare goed afgelijnde vragen’ worden gesteld. Op deze vragen formuleren de leerlingen een antwoord voorafgaand aan de uitvoering van het onderzoek: een eigen hypothese of een wetenschappelijk gemotiveerd onderzoeksvoorstel. Hierbij zullen voorkennis en bestaande misconcepten een belangrijke rol spelen.  **Wenken** | |
|  | |
|  | **INFORMEREN**  Voor een onderzoeksvraag, op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen. |
| **Wenken**  Op een systematische wijze informatie verzamelen en ordenen wil zeggen dat:   * er in voorbereiding van het onderzoek doelgericht wordt gezocht naar ontbrekende kennis en mogelijke onderzoekstechnieken of werkwijzen; * de gevonden informatie wordt geordend en beoordeeld als al dan niet geschikt voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag.   Mogelijke bronnen zijn: boeken, tijdschriften, tabellen, catalogi … al of niet digitaal beschikbaar. Bij de rapportering worden de gebruikte bronnen weergegeven. | |
|  | |
|  | **UITVOEREN**  Met een geschikte methode een antwoord zoeken op de onderzoeksvraag. |
| **Wenken**  Het is niet de bedoeling dat leerlingen voor elk practicum een eigen methode ontwikkelen. Om te groeien in de onderzoekscompetentie is het wel belangrijk dat leerlingen reflecteren over de methode (zie ook AD4). 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.   Tijdens het onderzoeken kunnen verschillende vaardigheden aan bod komen bv.:   * een werkplan opstellen; * benodigdheden 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 veilig en correct hanteren: spanningsbronnen, elektrische componenten, meetapparatuur (multimeters, …); * onderzoeksgegevens geordend weergeven in schema’s, tabellen, grafieken …   Bij het uitvoeren van metingen zijn er verschillende taken zoals het organiseren van de werkzaamheden, de apparatuur bedienen, meetresultaten noteren … De leden van een onderzoeksgroepje kunnen elke rol opnemen tijdens het onderzoek. | |
|  | |
|  | **REFLECTEREN**  Over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat reflecteren. |
| **Wenken**  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; * de aangewende techniek en concrete uitvoering van het onderzoek te evalueren en eventueel bij te sturen; * 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?** | |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | **RAPPORTEREN**  Over een waarnemingsopdracht/experiment/onderzoek en het resultaat rapporteren. |
| **Wenken**  Rapporteren kan door:   * alleen of in groep waarnemings- en andere gegevens mondeling of schriftelijk te verwoorden; * metingen te verwerken door berekeningen; * samenhangen in schema’s, tabellen, grafieken of andere ordeningsmiddelen weer te geven; * alleen of in groep verslag uit te brengen voor vooraf aangegeven rubrieken; * alleen of in groep te rapporteren via een poster en/of presentatie.   Rapporteren kan variëren van GESTUURD naar MEER OPEN.  Met 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 een gesloten verslag met reflectievragen.   Met meer open rapporteren bedoelen we:   * 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.   Om didactische redenen is het aan te raden dat de rapportering (tabellen, grafieken, besluitvorming …) zo veel als mogelijk tijdens het uitvoeren van het practicum gebeurt. Rapportering louter als een vorm van huiswerk zien, is af te raden.  Er is een grote verwevenheid tussen het rapporteren en het reflecteren. | |

* 1. 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.

**Eindterm**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **MAATSCHAPPIJ**  De wisselwerking tussen biologie 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.  Wetenschappers wenden technieken aan die op biologische inzichten zijn gebaseerd.   * Kennis van DNA technologie zien we o.a. bij het opsporen van erfelijke aandoeningen, forensische onderzoek, opsporen van GGO’s (genetisch gemodificeerde organismen). * Kennis van microbiologische technieken bij o.a. voedselbereiding, waterzuivering. * Biotechnologische toepassingen o.a. bij de productie van medicijnen, enzymen, GGO’s… * Kennis van mechanisme van voortplanting heeft medisch geassisteerde voortplanting mogelijk gemaakt.   Bedrijven gebruiken deze toepassingen om afgeleide producten te ontwikkelen en zo een biotech-economie uit te bouwen.  Tal van deze op biologisch inzichten gebaseerde technieken kunnen vanuit ethisch standpunt kritisch benaderd worden. 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… beïnvloeden het ethisch denken en handelen van de mens.  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. | | |
|  | | |
|  | **CULTUUR**  Illustreren dat biologie behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid. | NW 6 |
| **Wenken**  Men kan verduidelijken dat natuurwetenschappelijke opvattingen behoren tot cultuur als ze worden gedeeld door vele personen en worden overgedragen aan toekomstige generaties.  Enkele voorbeelden:   * kennis van vaccinatie en immunologie; * de evolutietheorieën van De Lamarck en Darwin; * de evolutiegedachte; * bouw van de cel; * kennis van voortplanting en inzicht in vruchtbaarheid; * kennis dat kenmerken van generatie naar generatie overgaan; * planten als basis van de voedselketen (fotosynthese); * toepassingen van gisten en bacteriën.   Men kan voorbeelden geven van mijlpalen in de historische en conceptuele ontwikkeling van de natuurwetenschappen en deze een plaats geven in de culturele en maatschappelijke context.   * de historische experimenten van Mendel, Morgan; * 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. | | |
|  | | |
|  | **DUURZAAMHEID**  Bij het verduidelijken van en het zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op grondstoffenverbruik, energieverbruik en het leefmilieu. | NW 5 |
| **Wenken**   * Enkele voorbeelden die aan bod kunnen komen in de lessen biologie: * Gebruik van GGO’s: bacteriën vangen zware metalen, uranium en ander radioactief afval. * Milieuvriendelijke alternatieven voor chemische processen: enzymen bij biologische wasmiddelen, biologisch afbreekbare plastieken, waterzuivering met actief slib.   **Link met leerplan Aardrijkskunde derde graad tso/kso 2017/010**  **nummers leerplandoelstellingen 31, 33, 34, 37**  Overleg met de leraar aardrijkskunde is aangewezen. | | |

* 1. Gezondheid

Onderstaande algemene doelstellingen, die ook al in de tweede graad aan bod kwamen, zullen in toenemende mate van zelfstandigheid en complexiteit gehanteerd worden.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Illustreren dat verantwoord omgaan met gezondheid gebaseerd is op wetenschappelijke principes. | **NW5** |
| **Wenken**  In de lessen biologie wordt in dit verband aandacht besteed aan:   * preventieve aspecten van gezondheidszorg:   + belang van een gezonde en gevarieerde voeding;   + belang van gezonde leefgewoontes: beweging (melkzuurvorming);   + kritische houding tegenover gebruik van geneesmiddelen en antibiotica;   + verantwoorde attitude t.o.v. genots- en pepmiddelen (alcohol, tabak…). * wetenschappelijke inzichten in dienst van de behandeling van ziektes en afwijkingen:   + hart- en vaatziektes, nierdialyse, leverziekten;   + microbiologie: ziekten veroorzaakt door virussen en bacteriën;   + GGO’s en productie van medicijnen (insuline, epo, …), gentherapie, therapeutisch klonen;   + soa’s;   + bloedonderzoek;   + immuniteit: vaccinatie en serumbehandeling, gebruik antibiotica, biomedische problemen zoals allergie, autoimmuunziekten (AIDS, MS, ziekte van Crohn);   + genetische aandoeningen;   + de invloed van biologische, chemische en fysische factoren bij het ontstaan van ziekten en afwijkingen (mutaties);   + parasieten (virussen en bacteriën, prionen…). | | |

1. Leerplandoelstellingen

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

Een voorstel van timing vind je verder bij de verschillende hoofdstukken van leerplandoelstellingen.

**EERSTE LEERJAAR VAN DE DERDE GRAAD**

* 1. De cel
     1. Functionele morfologie van de cel

(ca 8 lestijden)

**Verwoording doelstelling**

**Nummer leerplandoelstelling  
B = basisdoelstelling  
V = verdiepende doelstelling**

**U = uitbreidingsdoelstelling**

**Wenken**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Door microscopisch onderzoek** plantaardige en dierlijke cellen **vergelijken** wat betreft grootte en bouw. |
|  | **Door microscopisch onderzoek** van cellen de geobserveerde structuren **benoemen** en **weergeven**. |
| **Wenken**  Door vergelijkende microscopische studie van verschillende types planten- en dierlijke cellen, kunnen leerlingen gelijkenissen en verschillen waarnemen en celtypes onderling vergelijken qua grootte. Door leerlingen hun waarnemingen in natuurgetrouwe tekeningen te laten weergeven, worden ze verplicht om goed te observeren. Structuren die hierbij zeker herkend kunnen worden, zijn: kern, vacuole, plastiden, celwand, celmembraan.  **Suggestiesvoor practica**   * Microscopische studie van cellen (bv. ui-, waterpest-, tomaten-, aardappel- en mondepitheelcellen, sneeuwbes). * Aanvullend microscopisch onderzoek op micropreparaten (voor een variatie aan dierlijke cellen).   **Link met de eerste en tweede graad**  In de eerste graad hebben leerlingen al plantaardige en dierlijke cellen leren herkennen op een micropreparaat.  Zie B14 uit het leerplan natuurwetenschappen 1ste graad (**Op een micropreparaat** de structuur van plantaardige en dierlijke cellen **herkennen**.).  In de tweede graad is de microscoop vermoedelijk ook gebruikt bij het vergelijkend onderzoek om plantengroepen van elkaar te onderscheiden. Zie B45 (Aan de hand van een vergelijkend onderzoek op basis van waarneembare kenmerken enkele plantengroepen van elkaar onderscheiden en herkennen als levermossen, bladmossen, varenplanten, naaldbomen (coniferen) of bloemplanten.) of B 51 (**Door observatie relevante kenmerken aangeven** waardoor zwammen en bacteriën kunnen **onderscheiden** worden van planten en dieren) in het leerplan Biologie van de 2de graad. | |
|  | |
|  | **Op** elektronenmicroscopisch **beeldmateriaal** van plantencellen en dierlijke cellen submicroscopisch waarneembare celstructuren **aanduiden, benoemen en verschillen** tussen beide cellen **weergeven**. |
|  | Functies en bouw van submicroscopisch waarneembare celstructuren **omschrijven** **en** de **samenhang** ervan in de cel **illustreren**. |
|  | De functionele opbouw van de eenheidsmembraan **toelichten**. |
| **Wenken**  Volgende celstructuren kunnen bestudeerd worden: kern, mitochondriën, chloroplasten, lysosomen, vacuolen, ruw en glad endoplasmatisch reticulum, ribosomen, golgi-apparaat, cytoskelet, centrosoom/centriolen, celwand, celmembraan.  Het omschrijven van de functies kan in deze fase beperkt zijn. Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat cellen driedimensionaal zijn en dat ze inzicht krijgen in de functies van celorganellen en hun samenhang. De samenhang kan bijv. geïllustreerd worden via alle organellen betrokken bij de eiwitsynthese (B13) en/of membraansynthese.  Het is niet de bedoeling erg diep in te gaan op de biochemische structuur van de eenheidsmembraan. De membraancomponenten die hier aan bod kunnen komen, zijn o.a. de fosfolipiden, cholesterol en eiwitten.  De rol van de glycocalix (glycoproteïnen en glycolipiden) bij de celmembraan kan aan bod komen.  **Suggestievoor practicum**   * ICT-opdrachten rond submicroscopische bouw van de cel en celorganellen. | |

* + 1. Processen van stofuitwisseling tussen cellen en hun milieu

(ca 6 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Passief en actief transport van stoffen doorheen een membraan **omschrijven**, **illustreren** **en** **vergelijken**. |
|  | De passieve transportprocessen, diffusie en osmose, **omschrijven**, **vergelijken** en deze processen bij cellen **herkennen** **en** **verklaren**. |
| **V7** | De processen plasmolyse en deplasmolyse **onderzoeken**. |
| **Wenken**  (Demo-)experimenten bieden de mogelijkheid om deze processen onderzoekend te bestuderen en onderling te vergelijken.  Men kan als voorbeeld van actief transport resorptie van glucose in de nierkanaaltjes, de Na+-K+-pomp in zenuwcellen of resorptie van sommige voedingsstoffen doorheen de darmwand bespreken. De nadruk zal hier liggen op het verschil met de passieve vormen van transport. Deze vormen van transport kan men verbinden met de bouw van een membraan, waardoor de rol van sommige eiwitten (carriers, kanaaleiwitten) in het membraan duidelijk wordt.  Hier komen dan ook de vormen van blaasjestransport (endo- en exocytose, fago- en pinocytose) aan bod.  Het herkennen van de processen kan men inoefenen via voorbeelden van cellen in hypertone, isotone of hypotone omstandigheden.  **Suggestiesvoor practica**   * Experimentele studie van het diffusie- en osmoseproces. * Plasmolyse en deplasmolyse kwalitatief en kwantitatief bestuderen bij planten. * Microscopische studie van plasmolyse en deplasmolyse bij plantencellen. * Invloed van hypo- en hypertonische oplossingen op dierlijke cellen onderzoeken.   **Link met de eerste en tweede graad**  In de eerste graad maakten leerlingen al kennis met het deeltjesmodel. Voorbeelden van diffusie kunnen besproken zijn zonder het begrip als dusdanig te vermelden. Zie B19 uit het leerplan natuurwetenschappen 1e graad. (**Vanuit waarnemingen afleiden** dat in een stof de deeltjes (moleculen) voortdurend in beweging zijn, waarbij de snelheid toeneemt bij toenemende temperatuur.)  In de tweede graad werd dit deeltjesmodel in verschillende contexten verder gebruikt in zowel Fysica als Chemie. | |

* + 1. Cellen in verband

(ca 3 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Op micropreparaten verschillende celtypen **aanduiden** en hun opbouw **in** **verband** **brengen** **met** hun **functie**. |
|  | De **noodzaak** van organisatie van cellen in weefsels, organen, orgaansystemen of stelsels bij meercelligen **in voorbeelden verduidelijken**. |
| **Wenken**  Beeldmateriaal van enkele weefsels kan het microscopisch onderzoek aanvullen. Het is niet de bedoeling alle weefsel in detail te bespreken. De nadruk ligt hierbij op de relatie van celtypes met hun functie.  Deze doelstellingen bieden zeker ook de mogelijkheid om met plantaardig materiaal te werken wat als opstap kan dienen naar de leerstof i.v.m. fotosynthese. Men kan ook kiezen voor dierlijke weefsels in functie van verdere leerstof (bv. darmwand – heterotrofie, long – ademhaling …).  **Suggestiesvoor practica**   * Microscopische studie van de functionele aanpassingen van het blad aan de fotosynthese. * Microscopische studie van de darmwand, doorsnede long (verschillende weefsels zijn zichtbaar). * Microscopische vergelijking van epitheel met kraakbeenweefsel, beenweefsel.   **Link met de eerste graad**  In het leerplan Natuurwetenschappen van de 1ste graad zijn twee doelstellingen opgenomen in verband met cellen en weefsels en de samenhang binnen organismen. In de eerste graad ligt de nadruk op het onderscheid cel - weefsel – orgaan – organisme terwijl hier het verband tussen bouw en functie centraal staat. Zie B12 (In concrete voorbeelden illustreren dat er in een organisme een samenhang is tussen verschillende organisatieniveaus) en B13 (Vanuit lichtmicroscopische waarnemingen afleiden dat cellen gegroepeerd zijn in weefsels en weefsels in organen) uit het leerplan van de eerste graad. | |

* 1. Stofwisselingsprocessen en hun regulatie
     1. Belang van biomoleculen

(ca 9 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Eigenschappen en belang** van biochemisch belangrijke stoffen **in verband brengen** met hun moleculaire structuur. |
| **Wenken**  Bij alle stofwisselingsprocessen is er steeds een wisselwerking tussen materie en energie. Als opstap kunnen hier de suikers, vetten en eiwitten aan bod komen. Het is niet de bedoeling om deze organische verbindingen zeer chemisch te bespreken. Een sterk vereenvoudigde voorstelling van deze macromoleculen is voldoende. Het volstaat dat leerlingen deze verbindingen herkennen, van elkaar kunnen onderscheiden, kennismaken met de respectievelijke eigenschappen die belangrijk zijn voor het functioneren van organismen en de link kunnen leggen met het voorkomen in die organismen.  Volgende aspecten kunnen aan bod komen:   * Suikers met als brutoformule CnH2mOm; aanwezigheid van OH-groepen, vereenvoudigde structuur, het onderscheid mono-, di- en polysachariden; het belang als energierijke verbinding; het voorkomen van polysachariden als reservemateriaal of niet door de mens afbreekbare cellulose; * Vetten zijn opgebouwd uit glycerol en verschillende vetzuren; het onderscheid verzadigde – onverzadigde vetten, het belang als energiereserve; maar ook de typische structuur van fosfolipiden in membranen; * Eiwitten zijn polymeren van aminozuren, hebben een typische primaire, secundaire en tertiaire ev. quaternaire structuur, zijn o.a. belangrijk als bouwstoffen, enzymen, hormonen, antistoffen …   Hier kan ook het belang van water en mineralen voor organismen aan bod komen.  **Suggestiesvoor practica**   * Herkenningsreactie op suikers vetten en eiwitten. * Aantonen van de aanwezigheid van suikers, vetten, eiwitten. * Bepalen van het watergehalte (drogestofbepaling), asgehalte.   **Link met de eerste graad**  In het kader van het bestuderen van de spijsvertering zal de vertering van enkele organische verbindingen zoals zetmeel en eiwitten al op een heel eenvoudige manier aan bod zijn gekomen. Hier lag de nadruk vooral op plaats van de vertering in het spijsverteringsstelsel en minder op de aard van de organische verbindingen. Zie B34 in het leerplan van de eerste graad (Verschillende stappen in de vertering **onderzoeken en situeren** in het spijsverteringsstelsel).  **Link met chemie**  Deze biochemisch belangrijke stoffen komen op het einde van het tweede leerjaar van derde graad uitvoerig aan bod in het vak chemie. Zie B58 in het leerplan Toegepaste chemie (Fysische eigenschappen en chemische reacties van polyfunctionele verbindingen **in verband brengen met** de molecuulstructuur.). | |
|  | |
|  | Het **belang** van ATP als biologisch bruikbare energie **illustreren**. |
| **Wenken**  Als opstap naar de verschillende metabole omzettingen kan hier het belang van ATP aan bod komen. ATP kan hierbij voorgesteld worden als een cellulaire batterij die in staat is bruikbare energie ter beschikking te stellen bij verschillende processen. Men kan bijvoorbeeld wijzen op elektrische energie bij zenuwgeleiding, mechanische energie bij beweging, chemische energie bij synthese van lichaamseigen stoffen.  **Link met de eerste graad**  In de eerste graad kwamen al energieomzettingen aan bod. De link met ATP is daar uiteraard niet gelegd. Zie B29 (**Verwoorden** dat in de cel energie- en stofomzettingen plaatsvinden.). | |
|  | De **structuur** van nucleïnezuren **herkennen** **en** **schematisch** **voorstellen**. |
| **Wenken**  De doelstelling is de opstap om de eiwitsynthese te kunnen behandelen. De opbouw uit mononucleotiden, het verschil DNA-RNA en het onderscheid met suikers, vetten en eiwitten zijn aspecten die aan bod kunnen komen. De replicatie van DNA komt in het 2de leerjaar van de 3de graad aan bod (B45) waar de link gelegd wordt met celcyclus.  De schematische voorstelling mag eenvoudig zijn. Het gebruik van verschillende typemodellen zal het herkennen en het inzicht verhogen.  **Suggesties voor practica**   * Modelbouw van DNA. * Extractie DNA. | |
|  | |
|  | **Het verloop** van de eiwitsynthese **beschrijven en het systeem** van de genetische code **verduidelijken**. |
| **Wenken**  Vanuit de kennis van de nucleotidenstructuur van het DNA en de aminozuursamenstelling van de eiwitten kan men de noodzaak van het bestaan van een tripletcode verduidelijken. Bovendien maakt de aanwezigheid van DNA in de kern, terwijl de eiwitsynthese ter hoogte van de ribosomen gebeurt, een boodschapper onder de vorm van RNA noodzakelijk. Het gebruik van modellen is zeker aan te bevelen om de dynamiek en chronologie van dit proces te illustreren. Animaties kunnen deze complexe materie voor leerlingen beter toegankelijk maken.  Inzicht in het verloop van het proces primeert op een te gedetailleerde chemische beschrijving.  Met deze doelstelling kan men ook de samenhang tussen de celorganellen (B4) illustreren. | |

Men kan bij de volgende onderwerpen een keuze maken in de volgorde van de te behandelen thema’s:

* Men kan eerst de enzymen behandelen om die enzymen dan in toepassingen als fotosynthese, ev. chemosynthese, celademhaling en gisting te duiden.
* Of men kan eerst kiezen om de autotrofe processen te bespreken voor men de heterotrofe behandelt. Omwille van de voor de hand liggende experimenten met verteringsenzymen om de eigenschappen van enzymen te onderzoeken, komen de enzymen dan pas bij het leerstofdeel heterotrofie aan bod.
  + 1. Autotrofie

(ca 6 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Aantonen** hoe de submicropische structuur van een chloroplast aan fotosynthese is aangepast. |
| **Wenken**  Bij het bestuderen van de submicroscopische structuur van de cel kan de bouw van de chloroplast al aan bod zijn gekomen. Hier legt men de link met de aanpassingen voor het fotosyntheseproces (thylakoïden met bladgroenpigmenten).  **Link met de eerste graad**  In de eerste graad ligt de nadruk op het opbouwen van energierijke verbindingen m.b.v. licht. Het biochemische proces van de fotosynthese kwam hier niet aan bod. Het experimenteel aantonen dat bij dit proces licht noodzakelijk is, is niet bij alle leerlingen aan bod gekomen.  Zie B50 **(Uit waarnemingen afleiden** dat in planten stoffen gevormd worden onder invloed van licht en met stoffen uit de bodem en de lucht.) en eventueel V50 (**Experimenteel vaststellen** dat de groene plantendelen onder invloed van licht stoffen opbouwen.) in het leerplan Natuurwetenschappen van de 1e graad.  **Suggestiesvoor practica**   * Functionele aanpassingen van het blad aan het fotosyntheseproces onderzoeken (kan ook in het practicum “microscopische studie van weefsels” gebeuren). * Microscopische en submicroscopische studie van chloroplasten. * Extractie van pigmenten uit een blad. * Scheiding van pigmenten in vetoplosbare en wateroplosbare componenten. * Chromatografie van fotosynthesepigmenten. | |
|  | |
|  | **Factoren** die fotosynthese beïnvloeden **onderzoeken** **en verklaren**. |
|  | Het biochemische proces van de fotosynthese **schematisch weergeven**. |
| **Wenken**  Afhankelijk van de voorkennis kan je leerlingen laten afleiden of onderzoeken welke factoren noodzakelijk zijn voor de fotosynthese. Hoe die factoren het proces beïnvloeden kan een volgend onderzoeksthema zijn. Factoren die men kan onderzoeken, zijn o.a. temperatuur, verlichtingssterkte, CO2-gehalte, lichtkleur.  Men kan het biochemisch proces van de fotosynthese (lichtafhankelijke en lichtonafhankelijke reacties) met een eenvoudig schema voorstellen en de energetische omzettingen met de rol van ATP in functie van de lokalisatie in de cel bespreken. Het volstaat om te wijzen op de samenhang tussen de verschillende deelreacties zonder die allemaal in detail te bespreken. Het is niet de bedoeling dat de leerlingen allerhande reactievergelijkingen uit het hoofd leren en/of de volledige Calvincyclus kunnen reconstrueren.  **Suggestiesvoor practica**   * Kwalitatief onderzoek van noodzakelijke factoren voor fotosynthese (geranium, klimop, siernetel). * Beïnvloedende factoren van het fotosyntheseproces (kwantitatief) onderzoeken. * Bepalen van het absorptiespectrum van bladgroen met een spectrometer.   Deze practica bieden mogelijkheden om binnen de klas te differentiëren via verschillende of complementaire onderzoeksopdrachten. | |
|  | |
| **V16** | **Een voorbeeld** van chemosynthese **bespreken**. |
| **Wenken**  Nitrificerende bacteriën, ijzerbacteriën of kleurloze zwavelbacteriën kan men hier als voorbeeld bespreken. Men kan hier al een link leggen naar de leerstof microbiologie (verder in dit leerplan).  **Link met tweede graad**  Men kan de link leggen met materiekringlopen die aan bod kwamen in de tweede graad. Zie B65 (Een materiekringloop **beschrijven** **en in een schema weergeven**.) in het leerplan biologie 2de graad. | |

* + 1. Heterotrofie

(ca 8 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Het **belang** van enzymen voor het **katalyseren** van biochemische reacties **duiden**. |
| **Wenken**  Uit eenvoudige (demo-)experimenten kunnen leerlingen afleiden dat enzymen de omzetting van stoffen beïnvloeden. De werking van enzymen als biokatalysatoren kan men vergelijken met de werking van katalysatoren uit de anorganische chemie (bv. MnO2).  Het kan belangrijk zijn om de werking van enzymen niet alleen te verbinden met afbraak en spijsvertering maar ook voorbeelden bij planten (fotosyntheseprocessen) en voorbeelden van opbouwreacties (synthese van eiwitten) te vermelden.  **Suggestiesvoor practica**   * Onderzoek van catalase in aardappel, vlees, appel … * Onderzoek van bioluminescentie bij zeevuurvliegjes. | |
|  | |
|  | De **werking** van enzymen **linken** aan hun biochemische structuur. |
|  | **Factoren onderzoeken** die de werking van enzymen beïnvloeden. |
| **Wenken**  Men kan de werking van enzymen verduidelijken aan de hand van het sleutel-slot- principe. Hier kan men de link leggen met inhibitoren zoals bijv. CO op hemoglobine.  Grafische voorstellingen en animaties kunnen hierbij meer inzicht geven.  Factoren die de werking van enzymen beïnvloeden en die men kan onderzoeken, zijn de invloed van de temperatuur, zuurgraad, concentratie van enzym en/of substraat en de specificiteit van enzymen. Deze experimenten lenen zich ook om via data-logging metingen uit te voeren.  **Suggestiesvoor practica**   * Aantonen dat enzymen eiwitten bevatten. * Beïnvloedende factoren op de werking van enzymen onderzoeken. * Specificiteit van enzymen onderzoeken.   Deze practica bieden mogelijkheden om binnen de klas te differentiëren via verschillende of complementaire onderzoeksopdrachten.  **Link met chemie**  In het leerplan Toegepaste chemie komt een hoofdstuk over chemisch evenwicht. | |
|  | |
|  | De vertering als noodzakelijke stap voor heterotrofie **verduidelijken**. |
|  | Een **eenvoudig** **schematisch** **overzicht** **geven** van de vertering en absorptie van sachariden, lipiden en proteïnen in het darmkanaal. |
| **V21** | De **noodzaak** van gevarieerde en evenwichtige voeding **verduidelijken**. |
| **Wenken**  De afbraak van sachariden, eiwitten en vetten kan men door middel van een stroomschema voorstellen. Deze synthese leent zich om het belang van zuurgraad, specificiteit en bacteriën in dit afbraakproces te illustreren.  Bij het bespreken van het absorptieproces komen de vroeger bestudeerde processen van stofuitwisseling aan bod.  **Suggestiesvoor practica**   * Het effect van verteringsenzymen (amylase, pepsine, pancreatine) op voedselbestanddelen onderzoeken. * Microscopische studie van de darmwand (kan ook in het practicum “microscopische studie van weefsels” gebeuren). | |
|  | Het **belang** van lysosomen bij intracellulaire vertering **bespreken**. |
| **Wenken**  Met deze doelstelling kan men het verteringsproces in de cel situeren en vergelijken met de extracellulaire vertering in het spijsverteringsstelsel. Het verteringsproces kan men zelfs vanuit evolutionaire hoek benaderen.  Mogelijk is deze doelstelling al (gedeeltelijk) behandeld bij B4 (samenhang van organellen in de cel). | |

* + 1. Aerobe en anaerobe ademhaling

(ca 6 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Het **proces** van de celademhaling in de cel **lokaliseren** **en** dit biochemische proces **schematisch weergeven**. |
| **Wenken**  Net als bij het fotosyntheseproces is het ook hier niet de bedoeling om ingewikkelde schema’s op te bouwen. De celademhalingsreacties kan men beperken tot eenvoudige voorstellingen van de glycolyse, zurencyclus en eindoxidaties. Daarbij legt men telkens de link met de plaats in de cel waar deze reacties doorgaan. Het belang van ATP, O2-gas en H-receptoren als NAD/FAD kan men hierbij betrekken. | |
|  | |
| **U23** | **Aanpassingen** van gasuitwisselingsstructuren aan hun functie **vergelijken** bij organismen uit verschillende milieus. |
| **Wenken**  Organismen overleven in verschillende milieus omdat ze over aangepaste ademhalingsstructuren beschikken zoals longen, kieuwen, tracheeën. Men kan hier de link leggen met de stofuitwisselingsprocessen ter hoogte van deze structuren en de aanpassingen die deze organismen hebben om tot optimale uitwisseling te komen. Men kan dit onderwerp vanuit evolutionair standpunt benaderen.  **Suggestiesvoor practica**   * Dissectie van longen, kieuwen, tracheeën. * Bepalen van de vitale capaciteit met een spirometer. * Bepalen van het ademhalingsquotiënt en het zuurstofverbruik.   **Link met de 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 uitgeademde lucht en de uitwisselingsprocessen ter hoogte van de longblaasjes zijn er bestudeerd. Zie B35 tot en met B40 in het leerplan Natuurwetenschappen. | |
|  | Fermentatie **beschrijven** **als** een proces om energie vrij te maken in anaerobe omstandigheden **en** dit proces **vergelijken** **met** de celademhaling. |
| **Wenken**  Leerlingen kunnen de omzetting van pyrodruivenzuur met NADH + H+ tot melkzuur door melkzuurbacteriën of tot ethanol bij gisten afleiden uit eenvoudige schema’s van de reacties. In een vergelijking zal dan ook duidelijk zijn dat er veel minder energie wordt vrijgemaakt. Naast het al of niet beschikbaar zijn van O2-gas zullen ook de aanwezige enzymen in het organisme bepalend zijn voor de aard van de fermentatie.  Men kan de link leggen met melkzuurvorming in spieren bij inspanningen.  **Suggesties voor practica**   * Onderzoek van factoren die de gisting/fermentatie beïnvloeden. * Alcoholische gisting illustreren door bier- of wijnbereidingen. * Fermentatieprocessen bij bereiding van yoghurt, kaas, zuurkool…   Deze practica bieden mogelijkheden om binnen de klas te differentiëren via verschillende of complementaire onderzoeksopdrachten. | |

* + 1. Homeostase

**HOMEOSTATISCHE FUNCTIE VAN BLOED EN LYMFE**

(ca 8 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Het **begrip** homeostase met voorbeelden **illustreren**. |
| **Wenken**  Er zijn verschillende voorbeelden mogelijk om homeostase te illustreren. Afhankelijk van de keuzes verder in het leerplan (U25a) kunnen aspecten van de werking van de nier of thermoregulatie als voorbeeld gebruikt worden. | |
|  | |
|  | Homeostatische functies van het bloed **verklaren vanuit** **de** **samenstelling** van het bloed. |
| **Wenken**  Een korte herhaling van de samenstelling zal vermoedelijk noodzakelijk zijn. Het kan uiteraard volstaan om zich te beperken tot die samenstellende bestanddelen die verder in de leerstof aan bod komen. Mogelijke insteken: bloedsuikergehalte, hemoglobinegehalte, aantal rode bloedcellen, calcium- en ijzergehalte.  Deze doelstelling biedt mogelijkheden om binnen de klas te differentiëren via verschillende onderzoeksopdrachten.  **Link met eerste graad**  In de eerste graad is bloed al (beperkt) aan bod gekomen. Zie B41 (De **samenstelling** van het bloed **onderzoeken** en de functies van de samenstellende delen **weergeven**.)  **Suggesties voor practica**   * Microscopisch onderzoek van een bloeduitstrijkje. * Vergelijkend onderzoek van gegevens uit bloedanalyses. * Hematocrietbepaling. * Invloed van O2 en CO2 op de kleur van bloed onderzoeken. | |
|  | |
|  | **De bouw** van het transportstelsel en **de werking** van hart en bloedvaten **in verband brengen met** hun homeostatische functie. |
| **Wenken**  Het transportstelsel is essentieel om tot een goede homeostase te kunnen komen. De bouw en werking van hart en bloedvaten kan men bespreken in functie van de volgende doelstellingen. De systole en diastole leveren bijvoorbeeld een opstap naar de regeling van de bloeddruk. Anderzijds biedt de regeling van de hartfrequentie mogelijkheden om de homeostase te illustreren.  Deze doelstelling zal zeker voldoende aanknopingspunten hebben om een link met AD 9 (Gezondheid) te leggen via thema’s als gezond sporten, hart- en vaatziekten, hartkleppen, spataders.  **Link met eerste graad**  In de eerste graad komt het transportstelsel al aan bod. De nadruk ligt daar op de relatie bouw en transportfunctie. Zie B42 (De bouw van hart, slagaders, haarvaten en aders **in verband brengen met** hun transportfunctie.)  **Suggestiesvoor practica**   * Dissectie van een (varkens-)hart en studie van de bloedvaten die erop aansluiten (zie 3.5). * Hartfrequentie en ECG. * Vergelijkende microscopische studie van slagaders en aders. | |
|  | De bloeddrukregeling **als voorbeeld** van een terugkoppelingssysteem in verband met de homeostatische functie van het bloed **bespreken**. |
| **Wenken**  De regeling van de bloeddruk is een complex systeem. Het volstaat om enkele beïnvloedende factoren te behandelen en hun rol in het feedbacksysteem aan te tonen. Mogelijke factoren die hier aan bod kunnen komen zijn: zoutgehalte, stress, inspanning, vochtbalans.  **Suggestievoor practicum**   * Uitvoeren van bloedrukmetingen. | |
|  | |
|  | **Weergeven** **hoe** door bloedstolling bloedverlies beperkt kan worden **en** enkele factoren die noodzakelijk zijn voor de bloedstolling **toelichten**. |
| **Wenken**  Het volstaat om de rol van bloedplaatjes, fibrinogeen en calcium in de bloedstolling te bespreken. Ook de rol van vitamine K en antistollingsmiddelen kunnen aan bod komen.  **Suggestiesvoor practica**   * Microscopische studie van bloedstolling. * Aantonen van fibrine in gestold bloed. | |
|  | |
|  | **Bouw en homeostatische functie** van het lymfevatenstelsel **beschrijven**. |
| **Wenken**  Men kan bouw en functie van het bloed- en het lymfevatenstelsel vergelijken. Het draineren van het overtollige weefselvocht en de afweer van het lichaam behoren tot de belangrijkste functies van het lymfatische systeem. De werking van het immuunsysteem komt later nog uitvoerig aan bod (vanaf B32).  **Suggestiesvoor practica**   * Microscopie van organen van het lymfatische systeem (thymus, milt, lymfeknoop ...). | |
|  | |
| **V30** | Afwijkende werking van het transportstelsel bij enkele aandoeningen **verklaren**. |
| **Wenken**  Bij verschillende van de vorige doelstellingen is het mogelijk om verdiepend te werken. Deze verdiepende doelstelling biedt ook mogelijkheden om te differentiëren. Daarnaast bieden ze de mogelijkheid om aan AD9 i.v.m. gezondheid te werken.  Mogelijke aandoeningen zijn: atherosclerose, hoge bloeddruk, angina pectoris, trombose, embolie, hartinfarct, hemofilie, sikkelcelanemie, oedeem. | |

**Afweer tegen lichaamsvreemde stoffen: immuniteit**

(ca 6 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Verklaren** waarop de indeling van bloedgroepen in het ABO- en resussysteem steunt. |
| **V31** | Het **belang** van de resusfactor bij zwangerschap **verklaren**. |
| **Wenken**  Het is niet de bedoeling om hier de erfelijkheid van bloedgroepen al te behandelen. De nadruk ligt hier op de verschillende agglutinogenen en agglutinines die de typering van de bloedgroep in het ABO-systeem bepalen. De vergelijking met het resusstelsel maakt duidelijk dat antistoffen tegen de resusfactor pas voorkomen na contact met resuspositieve cellen.  De mogelijke problemen bij resusincompatibiliteit kunnen hier ook aan bod komen.  **Suggestievoor practicum**   * Bloedgroepbepaling. | |
|  | |
|  | Niet-specifieke en specifieke afweermechanismen **omschrijven** **en** **schematisch** **voorstellen**. |
| **Wenken**  Naast de algemene en niet-specifieke afweermechanismen is er hier ook aandacht voor het specifieke systeem met humorale en cellulaire immuniteit. Het belang van geheugencellen zal hierbij in de verf gezet worden.  Het spreekt voor zich dat men deze leerstof linkt aan AD9 i.v.m. gezondheid (**Illustreren** dat verantwoord omgaan met gezondheid gebaseerd is op wetenschappelijke principes.). | |
|  | |
| **V32** | Afwijkende werking van het immuunsysteem bij enkele aandoeningen **verklaren**. |
| **Wenken**  Zonder deze materie al te medisch te behandelen, kan men toch de relatie leggen tussen de werking van een normaal functionerend immuunsysteem en het afwijkend werken bij bv. auto-immuunziekten, allergie, immunodeficiëntie. | |
|  | |
|  | Actieve en passieve immunisatie **vergelijken**. |
| **Wenken**  Men kan als synthese vaccinatie met serumtherapie als voorbeelden van actieve en passieve immunisatie vergelijken. Ook andere voorbeelden als transplacentaire immuniteit of het doorgeven van antistoffen via de moedermelk kunnen passieve immunisatie illustreren. | |

**HOMEOSTATISCHE FUNCTIE VAN DE NIER EN DE LEVER (U)**

|  |  |
| --- | --- |
| **U25a** | **De bouw en werking** van de nier **in verband brengen met** het constant houden van de bloedsamenstelling. |
| **Wenken**  Aan de hand van een schets van een nefron bespreekt men de werking van de nieren (vorming van voorurine, de reabsorptie en het ontstaan van urine). Een vergelijking van de samenstelling van voorurine, urine en bloedplasma kan een vertrekpunt zijn. De rol van hormonen in de regulerende werking illustreert de homeostatische functie.  Nierdialyse en het ontstaan van nierstenen zijn onderwerpen die passen in het kader van AD 9 (gezondheid).  **Suggestiesvoor practica**   * Dissectie van een nier. * Microscopische studie van nierschors en niermerg. * Analyse van urine. | |
|  | |
| **U25b** | **De bouw en werking** van de lever **in verband brengen** met de homeostatische functie. |
| **Wenken**  Men kan de lever vergelijken met een grote chemische fabriek waarin een groot aantal stoffen wordt omgezet, afgebroken, opgeslagen of geproduceerd. De functies die kunnen aan bod komen zijn: suikerstofwisseling, vetstofwisseling, eiwitstofwisseling, detoxificatie, opslag, warmte- en galproductie.  Overmatig alcoholgebruik en leverdegeneratie, hepatitis… zijn thema’s die in het kader van gezondheid aan bod kunnen komen. (Link met AD9)  **Suggestievoor practicum**   * Microscopische studie van de lever. | |

* 1. Microbiologie

(ca 15 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | De submicroscopische bouw van een bacteriële cel vergelijken met die van een eukaryote cel. |
| **Wenken**  Vermits de submicroscopische structuur van de eukaryote cel al is bestudeerd, kan men hier gemakkelijk de vergelijking maken met prokaryote cellen. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Door toepassen van kleuringen bacteriën onderscheiden. |
| **Wenken**  Bij gebruik van bacteriën uit de lucht (opgehoopt op voedingsbodems) is de variatie meestal groot genoeg om zowel bolvormige als staafvormige bacteriën te onderscheiden. In goede (levende) yoghurt zijn zowel lactobacillen als streptococcen waarneembaar. Ook bruikbaar zijn: hooiculturen, gevriesdroogde bacteriën (bactisubtil, enterol …).  Een enkelvoudige kleuring (met bv. Löfflers methyleenblauw, kristalviolet ... ) en de Gram-kleuring worden uitgevoerd. Bij onderzoek van tandflora met bv. een negatieve kleuring (met nigrosine of Oost-Indische inkt) kan men soms spirillen waarnemen.  **Suggesties voor practica**   * Microscopie en kleuring van bacteriën uit yoghurt, tandbeslag … | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Op een groeicurve de verschillende fasen van de levenscyclus van een bacterie aanduiden en het belang van de exponentiële fase benadrukken. |
| **Wenken**  Aan de hand van de turbiditeit of troebelheid kan men de ontwikkeling van een bacteriecultuur volgen. De groeicurve ervan wordt bestudeerd. Men berekent het aantal bacteriën dat onder optimale omstandigheden na een bepaald tijdsverloop uit de vermenigvuldiging van één bacterie met een bepaalde ontdubbelingstijd kan ontstaan. Uit die berekening zal duidelijk de noodzaak van strenge veiligheidsnormen in een microbiologisch laboratorium blijken. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Oorzaak en betekenis van sporenvorming verwoorden. |
| **Wenken**  Het gevaar voor sporenvorming in de voeding (bv. bij het terug invriezen van ontdooid voedsel) komt hier best ook ter sprake.  **Suggestie voor practicum**   * Voedselbewaring (verschil pas ontdooide en 24 uur ontdooide erwten). | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Het belang van micro-organismen illustreren. |
| **Wenken**  Bij het bespreken van een ziekteverwekker kan men zich laten leiden door de actualiteit en door de interesse van de leerlingen: ziekte van Lyme, Salmonella, hersenvliesontsteking, Listeria, Clostridium tetani, bacteriële soa … De link met AD9 (gezondheid) ligt voor de hand.  Voorbeelden van toepassingen van nuttige micro-organismen vindt men in de voedingssector (yoghurt, kaas ... ). Men kan ook het voorbeeld van symbiotische darmflora, toepassing in waterzuivering, N-bacteriën uitwerken.  Deze doelstelling biedt ook mogelijkheden om te differentiëren via een informatieopdracht.  Bij het behandelen van de chemosynthese (V16) kunnen sommige bacteriën al besproken zijn. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Tijdens een practicum vaardigheden van aseptisch werken met bacteriën consequent toepassen. |
| **Wenken**  De basistechnieken van het aseptisch werken worden aangeleerd en worden toegepast bij alle praktische oefeningen. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Steriele voedingsbodems bereiden en beënten. |
| **Wenken**  Bij het bereiden en steriliseren van een voedingsbodem leren de leerlingen de principes van het kweken van micro-organismen in de praktijk toepassen. Men kan enttechnieken aanleren door gebruik te maken van kolonies die uit lucht of grond zijn geïsoleerd. Men kan ook een microbiologische vergelijking maken tussen steriel water, leiding- en slootwater of het effect van pasteuriseren van melk en UHT-behandeling van melk nagaan.  **Suggestie voor practicum**   * Het kweken van bacteriën onder steriele omstandigheden. * Bepalen van het (aëroob) kiemgetal. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Verschillende vormen van steriliseren, vergelijken. |
| **Wenken**  Een aantal sterilisatietechnieken kan bij praktische oefeningen toegepast worden. Men kan wijzen op de technieken die gebaseerd zijn op het gebruik van warmte zoals autoclaveren, pasteuriseren, UHT. Daarnaast zijn er in de industrie ook technieken gebaseerd op straling mogelijk, wanneer verhitten niet wenselijk is. Het gebruik van chloor- en joodderivaten zijn dan weer voorbeelden van chemische behandelingen.  Men kan hier ook het onderscheid leren kennen tussen technieken of handelingen om te desinfecteren en die vergelijken met de technieken van steriliseren. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Invloed van verschillende factoren op de groei van bacteriën onderzoeken. |
| **Wenken**  Factoren die men kan onderzoeken, zijn: temperatuur, pH, osmotische druk en/of zuurstofbeschikbaarheid. De factoren kan men op verschillende manieren onderzoeken: als toepassing bij voedselbewaring-voedselbederf, bij de bereiding van bv. zuurkool of wijnazijn (met fles open of niet).  **Suggestie voor practicum**   * Beïnvloedende factoren op de groei van bacteriën onderzoeken. * Vergelijkend onderzoek van gebruikte keukensponsjes in verschillende omstandigheden. | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Invloed van bacterieremmende middelen onderzoeken. |
| **Wenken**  Om de werking van ontsmettingsmiddelen te illustreren kan men een proef opzetten gebaseerd op het principe van een antibiogram.  Het lijkt logisch dat hierbij de problematiek van antibioticaresistentie van sommige soorten en verantwoord antibioticagebruik ter sprake komt.  **Suggestie voor practicum**   * Uitvoeren van een antibiogram. | |

**TWEEDE LEERJAAR VAN DE DERDE GRAAD**

* 1. Voortplanting
     1. Celcyclus

(ca 9 lestijden)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Het **verband** **verduidelijken** tussen DNA, chromatine en chromosoom. | NW 1  NW 2 | |
| **Wenken**  De structuur van nucleïnezuren kwam al aan bod in B12.  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. Uit waarnemingen op microprepeparaten of microscopisch beeldmateriaal kunnen leerlingen zelf het onderscheid chromatine-chromosoom afleiden.  Aan de hand van een tabel met chromosomenaantallen per soort, kan men aantonen dat veel organismen diploïd zijn. Polyploïdie of haploïde organismen (vb. sociale insecten) kunnen hier aan bod komen.  **Suggesties voor practica**   * Microscopie reuzenchromosoom. * DNA isolatie en kleuring van kernen (azijnzuurorceïne). | | | |
|  | | | |
|  | De celdeling en DNA-replicatie **situeren** in de celcyclus. | NW 2 | |
| **Wenken**  Aan de hand van een animatie kan men duiden dat de synthesefase van de interfase voorafgaat aan de celdeling. Ook het verschil in snelheid van de celcyclus in functie van de ouderdom van cellen (embryonaal…) en kankercellen kan hier aan bod komen. | | | |
|  | | | |
|  | **Het verloop** van de DNA-replicatie **beschrijven**. | | |
| **Wenken**  Animaties kunnen helpen het replicatieproces van het DNA visueel te illustreren. | | | |
|  | | | |
|  | Het **verloop** van de mitose **en de betekenis** ervan voor het organisme **toelichten**. | NW 2  NW 1 | |
| **Wenken**  Aan de hand van beeldmateriaal (o.a. animatie) kan men verduidelijken dat identieke cellen ontstaan bij de gewone kern- en celdeling. Ook kan men hier het verband met klonen aan bod laten komen.  Men kan de belangrijkste fasen (profase, metafase, anafase en telofase) van de mitose verduidelijken door beeldmateriaal met schema’s te laten vergelijken en te interpreteren.  **Suggestie voor practicum**   * Microscopische studie van mitose in worteltoppen (ui, hyacint, tulp …) | | | |
|  | | | |
| **V47** | **Factoren** **bespreken** die de mitose beïnvloeden. | | |
| **Wenken**  Men kan zowel fysische als chemische factoren die een remmend of stimulerend effect hebben op de celdeling bespreken. In dit verband kan men ook aandacht besteden aan kanker (oorzaken, preventie en therapie). | | | |
|  | | | |
|  | Het v**erloop** van de meiose **beschrijven** **en de betekenis** ervan voor organismen **toelichten**. | | NW 2  NW1 |
| **Wenken**  Het is belangrijk om er op te wijzen dat bij de meiose genetisch gedifferentieerde, haploïde cellen ontstaan door crossing-over en het herschikken van de twee sets ouderlijke chromosomen. Hieruit blijkt ook het belang van de eerste meiotische deling om het chromosomenaantal van een soort in opeenvolgende generaties constant te houden. Deze genetische variatie is belangrijk vanuit evolutionair standpunt.  **Suggestie voor practicum**   * Microscopische studie van de meiose (vb. stuifmeelkorrels) | | | |
|  | | | |
|  | Mitose en meiose met elkaar **vergelijken** en illustreren dat omgevingsfactoren ze kunnen beïnvloeden. | NW 1  NW 2 | |
| **Wenken**  Het vergelijken kan op verschillende vlakken: verloop, resultaat (aantal cellen en het al of niet identiek zijn), invloed op chromosomenaantal, voorkomen…  Factoren die de celdeling stimuleren of remmen (AD6, AD7, AD8 en AD9):   * fysische factoren zoals straling en temperatuur…; * chemische stoffen (organische); * geslachtshormonen bij de oögenese en de spermatogenese; * radio- en chemotherapie bij het behandelen van kanker; * link met het ontstaan en voorkomen van kanker; * (geslacht)hormonen op de groei: de groei van het kraakbeen van de lange pijpbeenderen, de hormonale regeling van de groei, de groeistop en osteoporose, stop van de lengtegroei, de beenvorming uit bindweefsel en kraakbeen, de groeispurt bij jongens en meisjes, de groei tijdens de embryonale ontwikkeling * … | | | |

* + 1. Voortplanting bij de mens

(ca 13 lestijden)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **De functionele bouw** van het voortplantingsstelsel bij man en vrouw **bespreken**. | |
| **Wenken**  Het bespreken van de bouw van het voortplantingsstelsel kan men best zien in functie van de gametogenese en de hormonale regeling.  **Link met eerste graad**  In het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad is een hoofdstuk gewijd aan de voortplanting bij de mens. Zie B56 (**Op model en beeldmateriaal** de belangrijkste voortplantingsorganen van man en vrouw **herkennen, benoemen en hun functie weergeven**.) en B57 (Primaire en secundaire geslachtskenmerken **onderscheiden**.). | | |
|  | | |
|  | De gametogenese bij man en vrouw **schematisch weergeven**. | |
|  | De hormonale regeling van de voortplanting bij de mens **beschrijven**. | NW 3 |
| **Wenken**  Zowel bij de ovogenese als spermatogenese verwijst men naar de verschillende stadia in de meiose. Zowel de hormonale regeling en de terugkoppelingsmechanismen bij vrouw en man komen aan bod.  In een schema kan men als synthese het parallelle verloop van eicelrijping, hormonenconcentraties, aangroei en afbraak baarmoederslijmvlies verwerken.  **Suggestie voor practica**   * Microscopisch onderzoek (kwaliteitsbeoordeling) van dierlijke zaadcellen. * Microscopische studie van ovaria en testes.   **Link met eerste graad**  Zie B58 (Eicelrijping, eisprong, vruchtbare periode en menstruatie **weergeven** en **op een tijdlijn** van de menstruatiecyclus **aanduiden**) in het leerplan van de eerste graad. | | |
|  | | |
|  | De coïtus en **het verloop** van bevruchting **beschrijven**. | |
| **Wenken**  Hier kunnen ook ethische aspecten aan bod komen en kan men wijzen op de verantwoordelijkheid binnen **een relatie.**  **Link met eerste graad**  Zie B59 (**De belangrijkste fasen** vanaf de coïtus tot de geboorte **weergeven**.) in het leerplan Natuurwetenschappen van de eerste graad. | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | |
|  | De ontwikkeling van het embryo en de foetus **beschrijven** **en** de invloed van omgevingsfactoren op deze ontwikkeling **toelichten**. | | NW5 |
| **Wenken**  Het is niet de bedoeling de embryonale en foetale ontwikkeling in detail van week tot week te bespreken. De belangrijkste fasen uit de eerste drie weken van de ontwikkeling (klievingsdelingen, morula, blastula, de kiembladvorming, organogenese en vruchtvliezen) verdienen wat meer aandacht. Hierbij ontwikkelen totipotente stamcellen tot gedifferentieerde weefsels en organen. Het ontstaan van eeneiige tweelingen kan men hier ook verduidelijken en het verschil met tweeeiige tweelingen verklaren.  Naast het zuiver wetenschappelijk karakter van de lessen, bieden deze lessen ook de kans om bij leerlingen de ‘verwondering’ voor het leven op te wekken.  Het is belangrijk dat leerlingen inzien dat teratogene factoren zoals geneesmiddelen, drugs, nicotine, alcohol, ziekteverwekkers, stralingen de ontwikkeling van embryo en foetus beïnvloeden. Hier kan men een link leggen met AD9.  **Suggestie voor practicum**   * Microscopie van embryo’s (strooipreparaat zeeëgel, kippenembryo). | | | |
|  | | | |
|  | **Het verloop** van de geboorte **beschrijven**. | | |
| **Wenken**  Dat oxytocine niet enkel van belang is bij het geboorteproces, maar ook bij het herstel van de baarmoeder na de bevalling en bij lactatie kan hier aan bod komen door de hormonale regeling van lactatie te bespreken. | | | |
|  | | | |
|  | Belangrijke middelen om zwangerschap te voorkomen, **opnoemen en voor- en nadelen aangeven**. | | |
| **Wenken**  Het is niet de bedoeling een volledig overzicht te geven van anticonceptiemiddelen. Het is belangrijk dat leerlingen inzien hoe hormonale middelen inwerken op de eierstok- en baarmoedercyclus.  Daarnaast is het ook zinvol om verschillende (betrouwbare) informatiebronnen over dit onderwerp te leren kennen. Voor medische informatie is het aangewezen dat leerlingen een arts of apotheker raadplegen.  **Link met eerste graad**  Zie B 60 (**Gebruik en functie weergeven** van middelen om zwangerschap en soa’s te voorkomen.) in het leerplan van de eerste graad. | | | |
|  | | | |
|  | **Mogelijkheden** om vruchtbaarheid te stimuleren **illustreren**. | NW5 | |
| **Wenken**  Naast het wijzen op het belang van een gezonde levenswijze kunnen volgende technieken aan bod komen: kunstmatige inseminatie (KID), in-vitrofertilisatie (IVF), intracytoplasmatische sperma injectie (ICSI), in-vitromaturatie (IVM) ...  Het is belangrijk de voor- en nadelen van de methoden van vruchtbaarheidsbehandeling te bediscussiëren met de leerlingen. Het belang van een gezonde en duurzame levenswijze om zwanger te worden kan aan bod komen en ethische aspecten bij behandeling van onvruchtbaarheid, draagmoederschap, noodpil, abortus… kunnen besproken worden. (link naar AD 6, 8, 9) | | | |
|  | | | |
|  | Enkele seksueel overdraagbare aandoeningen **bespreken**. | NW5 | |
| **Wenken**  Soa’s die kunnen aan bod komen, zijn: chlamydia, gonorroe, syfilis, genitale wratten, hepatitis B, *Herpes genitalis*, hiv-infecties, humaan papillomavirus.  Het biologisch inzicht in het verloop en de behandeling zou bij de leerlingen moeten resulteren in een verantwoord gedrag. Het inzicht op de noodzaak van preventie van soa’s primeert op een systematische studie van verschillende aandoeningen. (link naar AD9)  **Link met eerste graad**  Zie B60 (**Gebruik en functie weergeven** van middelen om zwangerschap en soa’s te voorkomen.) in het leerplan van de eerste graad. | | | |

* 1. Erfelijkheid
     1. Klassieke genetica

(ca 12 lestijden)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | De **wetten** van Mendel **afleiden uit resultaten** van mono- en dihybride kruisingsproeven. | |
| **Wenken**  Men kan de wetten van Mendel afleiden uit willekeurige mono- en dihybride kruisingen, maar men kan ook vertrekken vanuit de historische experimenten van Mendel. Deze experimenten geven de kans om de culturele en maatschappelijke context (AD7) waarin deze experimenten zijn uitgevoerd te bespreken en laten ook toe de logische opbouw van een wetenschappelijk onderzoek te zien. Verder kan men benadrukken dat Mendel zijn inzichten verworven heeft voor er sprake was van de nodige wetenschappelijke ontdekkingen om zijn experimenten te verklaren.  **Suggestievoor practicum**   * Opkweken en analyseren van F2-generatie plantjes (tomatenkiemplanten). | | |
|  | | |
|  | **Een inhoud formuleren** voor de begrippen gen, allel, dominant en recessief, homozygoot en heterozygoot, genotype, fenotype, dominante/recessieve en intermediaire overerving. | NW 2 |
| **Wenken**  De terminologie die Mendel gebruikte, is geleidelijk vervangen door de huidige gangbare begrippen en uitgebreid met latere inzichten zoals intermediaire overerving. De leerlingen kunnen deze begrippen niet alleen uitleggen; de nadruk ligt vooral op de toepassing ervan en zit impliciet in de volgende doelstellingen.  **Suggestievoor practicum**   * Meten van variabiliteit en opstellen van een modificatiecurve. | | |
|  | | |
|  | De **resultaten** van mono- en dihybride kruisingen **verklaren en symbolisch voorstellen**. | NW 2 |
| **Wenken**  De resultaten van de experimenten van Mendel kan men verklaren vertrekkende van het voorkomen van genen op de chromosomen tijdens de meiose. Met modellen van chromosomen (latjes, wasknijpers…) kan men dit verduidelijken. Hieraan koppelt men de symbolische voorstelling van een mono- en dihybride kruising.  Hieraan kan men het oplossen van vraagstukken en het analyseren van stambomen koppelen (B67). | | |
|  | **Resultaten** van kruisingen met multipele allelen **verklaren en symbolisch voorstellen.** | NW 2 |
| **U62** | **Resultaten** van kruisingen met letale allelen **verklaren en symbolisch voorstellen.** | |
| **Wenken**  Om het begrip multipele allelen aan te brengen, kan men vertrekken van de overerving van bloedgroepen in het ABO-systeem.  Om het systeem van letale allelen te verklaren, kan men vertrekken van de afwijkende getallenverhouding in F2. | | |
|  | | |
|  | De begrippen polygenie en cryptomerie **met voorbeelden** **illustreren.** | NW 2 |
| **V63** | **Resultaten** van kruisingen met polygenie en cryptomerie **verklaren en symbolisch voorstellen**. | |
| **Wenken**  Het begrip polygenie kan men aanbrengen aan de hand van de overerving van de huidskleur. Analyse van voorbeelden met afwijkende getallenverhouding in de F2 kan leiden tot inzicht in cryptomerie. Hierbij is het inzicht dat meerdere genenparen betrokken zijn bij het tot uiting komen van een kenmerk, belangrijker dan de opsomming en het herkennen van alle vormen van cryptomerie/polygenie.  Hieraan kan men het oplossen van vraagstukken en het analyseren van stambomen koppelen (B67). | | |
|  | | |
|  | **Uit de resultaten van kruisingen afleiden** dat sommige genen gekoppeld zijn en dat er crossing-over (of overkruising) kan optreden. | NW 2 |
| **V64** | **Resultaten** van kruisingen met gekoppelde allelen **verklaren en symbolisch voorstellen**. | |
| **Wenken**  Vertrekkend van de historische experimenten van Morgan kan men afleiden dat de overerving van gekoppelde genen andere resultaten oplevert dan de klassieke overerving volgens Mendel.  Hieraan kan men het oplossen van vraagstukken en het analyseren van stambomen koppelen (B67). | | |
|  | | |
|  | **Verklaren** hoe het geslacht erfelijk bepaald wordt. | NW 2 |
| **Wenken**  Op een karyogram van een man en een vrouw kan men het verschil in één chromosomenpaar vaststellen. Bij het bespreken van het verschil tussen het X- en Y-chromosoom kan het SRY-gen als geslachtsbepalende factor aan bod komen. | | |
|  | | |
|  | **Resultaten** van kruisingen met geslachtsgebonden allelen **verklaren en symbolisch voorstellen**. | NW 2 |
| **Wenken**  Door te wijzen op het verschil in lengte van de geslachtschromosomen kan men afleiden dat het aantal genen op het X- en het Y-chromosoom verschilt. De erfelijke gevolgen van bepaalde genen of hun allelen, die niet op het Y-chromosoom voorkomen, kan men bestuderen aan de hand van stambomen van families waarin geslachtsgebonden (recessieve en dominante) ziekten voorkomen. | | |
|  | | |
|  | Steunend op de erfelijkheidswetten **vraagstukken** **oplossen** en **stambomen analyseren**. | NW 2 |
| **Wenken**  Door het inoefenen van de verschillende overervingsmechanismen kan men een hoger beheersingsniveau bereiken. Pas als de leerlingen verschillende overervingsmechanismen onder de knie hebben, kan men overgaan op analysevraagstukken (beredeneren van genotypen van ouders uit de fenotypes van de nakomelingen, beredeneren van het overervingmechanisme uit de resultaten van de kruising, stamboomanalyse ...).  **Suggestiesvoor practica**   * Onderzoek van het overervingsmechanisme van tongrollen, bloedgroepen … * (virtueel) Kweken en kruisen van fruitvliegjes.   Wanneer men in een onderzoeksopdracht rond het oplossen van erfelijkheidsvraagstukken 3 AD combineert, kan men dit als een practicum beschouwen. | | |

* + 1. Mutaties

(ca 3 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Het begrip genexpressie **omschrijven en illustreren**. |
| **Wenken**  Vanuit de kennis over de eiwitsynthese uit het eerste leerjaar van de 3de graad (B13) kan men genen beschrijven als de dragers van de informatie die tot uiting komt via eiwitten. | |
|  | |
| **U68** | **Verklaren** dat genen niet in alle cellen tot expressie komen en systemen **omschrijven** die genexpressie reguleren. |
| **Wenken**  Vertrekkende vanuit de probleemstelling dat alle cellen van een organisme dezelfde genetische informatie (genen) bezitten, maar er toch verschillende celtypes voorkomen, kan men het begrip differiëntele genactivering aanbrengen. Nadien kan men genregulatie bij prokaryote en eukaryote cellen bespreken. | |
|  | |
|  | Mutaties en modificaties **onderling vergelijken** en **met voorbeelden** **illustreren**. |
| **Wenken**  Vanuit waarnemingen en de beschrijving van experimenten (schaalhoorns, dwerggroei bij planten) kan men afleiden dat bepaalde kenmerken ontstaan zijn door modificaties en niet door mutaties.  Voor de vergelijking kan men zich baseren op de overerfbaarheid, de oorzaak en de gerichtheid van de verandering. Men wijst er ook op dat mutaties niet alleen negatieve gevolgen hebben, maar ook neutraal of positief kunnen zijn (link evolutie B79).  Met het bespreken van de historische proeven van Bonnier kan men AD7ook illustreren. | |
|  | |
|  | Genoom-, chromosoom- en genmutaties **omschrijven** en **met voorbeelden illustreren**. |
| **Wenken**  Als voorbeelden voor genoom-, chromosoom- en genmutaties kan men voor menselijke genetische aandoeningen kiezen (AD9). Voor de microscopisch zichtbare mutaties kan men van karyogrammen vertrekken.  Eventueel kan men al de link leggen met biotechnologie (B73) door STR’s als voorbeeld van chromosoommutaties te gebruiken. | |
|  | |
|  | Oorzaken van mutaties opnoemen. |
| **Wenken**  Het opsommen van mogelijke mutagene factoren (hoogenergetische stralingen, mutagene stoffen, virussen) uit het leefmilieu en het illustreren met een voorbeeld is voldoende. Verder kan men hierbij benadrukken dat sommige mutaties door toevallige fouten kunnen ontstaan die niet gelinkt zijn aan omgevingsfactoren.  Het spreekt voor zich dat men hier de link legt met AD9 gezondheid. | |

* + 1. Biotechnologie

(ca 6 lestijden)

|  |  |
| --- | --- |
|  | De werking van restrictie-enzymen bij het knippen van DNA verduidelijken. |
| **Wenken**  Men kan verwijzen naar de afkomst, de specificiteit en het nut van restrictie-enzymen in hun natuurlijke omgeving (bv. verdedigingsmechanisme van bacteriën tegen fagen).  De werking en de specificiteit van restrictie-enzymen kan men illustreren aan de hand enkele voorbeelden.  **Suggesties voor practica**   * Werking restrictie-enzymen aantonen met papieren modellen. * Toepassen van restrictie-enzymen op de het DNA van de lambda-faag (ICT). | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Enkele technieken die gebruikt worden in de gentechnologie beschrijven. |
| **Wenken**  Naargelang de praktische oefeningen en/of de toepassingen die men bespreekt, kunnen volgende technieken aan bod komen of kan men een keuze maken uit volgende mogelijkheden:   * PCR-techniek; * Agarose-gel-elektroforese; * DNAsequentie-analyse; * FISH-diagnosetechniek; * Klonen; * Kerntransplantatie.   Het aanbod van VIB (Vlaams Instituut voor Biotechnologie) kan een ondersteuning zijn.  **Suggesties voor practica**   * Simulatie-oefening polymerase-kettingreactie en DNA-sequencing. * DNA-elektroforese. * Bezoek aan gespecialiseerd labo en daar een practicum uitvoeren (hoger onderwijs). | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Illustreren dat in de natuur genoverdracht tussen verschillende organismen plaatsvindt. |
| **Wenken**  Als voorbeelden kan men de genenoverdracht bespreken tussen:   * bacteriën en planten (bv. levenscyclus van Agrobacterium tumefaciens); * bacteriën onderling (bv. uitwisselen van resistentiegenen); * virussen en hun gastheercellen (bv. vermenigvuldiging van een bacteriofaag of van het HIV-virus). | |

|  |  |
| --- | --- |
|  | Illustreren hoe kunstmatige genoverdracht kan gebeuren. |
| **Wenken**  De volgende technieken voor genoverdracht kunnen aan bod komen: vectoren als virussen en bacteriën (plasmiden), genenkanon, ICGI (cf ICSI), liposomen. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | In het kader van duurzaamheidsvraagstukken toepassingen van gentechnologie illustreren en de ethische dimensie ervan toelichten. | NW5  NW6 |
| **Wenken**  Naargelang de actualiteit en de interesse van de leerlingen kan men o.a. volgende toepassingen uitdiepen: opsporen van erfelijke aandoeningen, forensisch onderzoek, bloedverwantschapsbepaling (vaderschapstest), opsporen van GGO’s, reproductief en therapeutisch klonen, stamceltherapie, GGO’s in landbouw, productie van geneesmiddelen en vaccins.  Een mogelijke ethische discussie kan gaan over reproductief en therapeutisch klonen, GGO’s, gentherapie. | | |

* 1. Evolutie

(ca 7 lestijden)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Argumenten** **geven** voor biologische evolutie. | NW 4  NW 6 |
| **Wenken**  Men kan aan de hand van didactisch materiaal (figuren, foto’s) met een paar voorbeelden aantonen dat verschillende wetenschappelijke disciplines (anatomie en embryologie, paleontologie, biochemie en moleculaire biologie, ecologie en ethologie …) argumenten kunnen aanreiken om de evolutietheorie te ondersteunen. Het is niet de bedoeling van hier een zeer uitgebreide opsomming te geven.  **Suggesties voor practica**   * Vergelijkende studie van skeletten (zoogdieren, vogels …), preparaten of schema’s. * Studiebezoek aan wetenschappelijk museum, de zoo … | | |
|  | | |
|  | De **evolutie van soorten verklaren** volgens de theorie van de Lamarck en Darwin. | NW 4 NW 6 |
| **Wenken**  Men kan de theorieën van de Lamarck en Darwin onderling vergelijken en confronteren met de huidige kennis over mutaties en modificaties. Men wijst er ook op dat hun theorieën ontstonden voor het werk van Mendel gepubliceerd werd.  Deze doelstelling leent zich goed om te illustreren dat biologie behoort tot de culturele ontwikkeling van de mensheid (AD7). | | |
|  | | |
|  | Met de hedendaagse opvattingen over evolutie **verklaren** hoe soorten kunnen veranderen en nieuwe soorten kunnen ontstaan. | NW 1  NW 4  NW5 NW 6 |
| **Wenken**  De oorspronkelijke ideeën rond evolutie breidt men uit met de begrippen mutatie, isolatie, selectie en genetische drift. Het inzicht dat adaptatie geen doelgerichte aanpassing (modificatie) is maar het aangepast zijn aan het milieu met evolutionair voordeel (variatie of mutatie), is noodzakelijk om het mechanisme van evolutie goed te begrijpen. Men benadrukt dat deze mechanismen een effect hebben op populaties van soorten en niet op het niveau van het individu. | | |
| **V79** | Het ontstaan van het leven op aarde **situeren in de tijd** en de evolutie van levensvormen aan de hand van de moderne evolutietheorie **verklaren**. | |
| **Wenken**  Het ontstaan van het leven en de opkomst van pro- en eukaryoten kan men hier beknopt beschrijven en op de geologische tijdschaal situeren. Die tijdschaal behandelt men ook in het vak aardrijkskunde.  De evolutie van fauna en flora, gesitueerd op de geologische tijdschaal, kan men koppelen aan argumenten die de evolutiegedachte steunen. | | |
|  | | |
|  | Het proces van de **hominisatie** **toelichten.** | NW 4 NW 6 |
|  | **Criteria** **hanteren** die toelaten fossiele mensachtigen op de geologische tijdschaal te plaatsen. | NW 4 NW 6 |
| **Wenken**  Men legt verbanden tussen de morfologische veranderingen die optreden en de stappen in het menswordingsproces. Ook de oorzaak van de veranderingen kunnen aan bod komen. Het is niet de bedoeling om in te gaan op alle vormen van Hominidae en hun morfologische kenmerken. Enkele grote stappen volstaan (rechtop lopen, werktuigen gebruiken, de ontwikkeling van het denken en sociale intelligentie, het ontstaan van taal en cultuur (dodencultus)). 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 ingewikkelde puzzel maken.  **Suggesties voor practica**   * Vergelijkende studie van skeletten en schedels (modellen, figuren, digitale 3D-modellen …). * Interpreteren van verspreidingskaarten van mensachtigen/voorouders. | | |

1. Minimale materiële vereisten

Bij het uitvoeren van practica is het belangrijk dat de klasgroep tot maximaal 22 leerlingen wordt beperkt om:

* de algemene doelstellingen m.b.t. onderzoekend leren/leren onderzoeken in voldoende mate te bereiken;
* de veiligheid van eenieder te garanderen.
  1. Infrastructuur

Een biologielokaal, met een demonstratietafel waar zowel water, elektriciteit als gas voorhanden zijn, is een must. Mogelijkheid tot projectie (beamer met computer) is noodzakelijk. Een pc met internetaansluiting is hierbij wenselijk.

Om onderzoekend leren en regelmatig practica te kunnen organiseren is een degelijk uitgerust practicumlokaal met de nodige opbergruimte noodzakelijk. Hierbij moeten voorzieningen aanwezig zijn voor afvoer van schadelijke dampen en gassen.

Eventueel is er bijkomende opbergruimte beschikbaar in een aangrenzend lokaal.

Op geregelde tijdstippen is een vlotte toegang tot een open leercentrum en/of multimediaklas met beschikbaarheid van pc’s noodzakelijk.

Het lokaal dient te voldoen aan de vigerende wetgeving en normen rond veiligheid, gezondheid en hygiëne.

* 1. Uitrusting

De suggesties voor practica vermeld bij de leerplandoelstellingen vormen geen lijst van verplicht uit te voeren practica, maar laten de leraar toe een keuze te maken, rekening houdend met de materiële situatie in het labo. Niet vermelde practica, die aansluiten bij de leerplandoelstellingen, zijn vanzelfsprekend ook toegelaten. In die optiek kan de uitrusting van een lab nogal verschillen. Niettemin kunnen een aantal items toch als vanzelfsprekend beschouwd worden (zie 6.3).  
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. Om directe feedback te kunnen geven, moet dit echter meer als uitzondering dan als regel beschouwd worden.

* 1. Basismateriaal
     1. Algemeen
* Laboratoriummateriaal voor het uitvoeren van demonstratie- en leerlingenproeven:
  + glaswerk zoals maatbekers, maatcilinders, reageerbuizen en reageerbuisrekken, erlenmeyers
  + pipetten, petrischalen (in glas of wegwerpmateriaal)
* Beeldmateriaal: foto’s, wandplaten
* Driedimensionale modellen (al of niet digitaal)
* Organismen in de klas
* Ingesloten micropreparaten
  + 1. Toestellen
* Microscopen: leerlingenmicroscopen voorzien van immersielens 100x (minstens één per twee leerlingen)
* Stereo-demonstratiemicroscoop ( eventueel met projectiemogelijkheid)
* Warmwaterbad
* Thermometers
* Materiaal om pH-metingen uit te voeren (pH-meter, pH-strips, universeelindicator)
* Bunsenbrander of elektrische verwarmplaat
* Balans, nauwkeurigheid tot minstens 0,1 g
* Koelkast met diepvriesvak
  + 1. Hulpmiddelen bij experimenten en observaties
* Elementair microscopiemateriaal (draagglazen, dekglaasjes)
* Dissectiemateriaal o.a. scharen, pincetten, scalpels, naalden
* Dialysemembraan
* Chemicaliën:
  + Kleurstoffen
  + Herkenningsmiddelen voor organische verbindingen (suikers, eiwitten …)
  + Enzymen
  + Sachariden
  + Solventen
    1. Specifiek voor microbiologie
* Entnaalden,
* (steriele) Petrischalen
* Broedstoof
* Autoclaaf (of stoompot)
* Entmateriaal
* Microgolfoven (suggestie)
* Voedingsbodems
* Antibiotica en ontsmettingsmiddelen
  1. Veiligheid en milieu
* Voorziening voor correct afvalbeheer
* 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; handschoenen; oogdouche of oogspoelflessen; pipetvullers
* Recentste versie van brochure ‘Chemicaliën op school’ (<http://onderwijs-opleiding.kvcv.be>)

1. Evaluatie
   1. Inleiding

Evaluatie is een onderdeel van de leeractiviteiten van leerlingen en vindt bijgevolg niet alleen plaats op het einde van een leerproces of op het einde van een onderwijsperiode. Evaluatie maakt integraal deel uit van het leerproces en is dus geen doel op zich.

Evalueren is noodzakelijk 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***.

De leraar kan uit evaluatiegegevens informatie halen voor ***bijsturing*** van zijn ***didactisch handelen***.

* 1. 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*** krijgen een centrale plaats in het leerproces.

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

* Door microscopisch onderzoek … vergelijken
* Op … beeldmateriaal … aanduiden, benoemen …
* … omschrijven en samenhang weergeven;
* … omschrijven en vergelijken
* (invloed van…) … onderzoeken (en verklaren)
* Structuur herkennen en schematisch voorstellen
* Verloop beschrijven …
* Proces lokaliseren en schematisch weergeven
* … verklaren
* Tijdens een practicum … vaardigheden verwerven en toepassen
* … resultaten verklaren en schematisch/symbolisch voorstellen …
* … met voorbeelden illustreren

Het is belangrijk dat tijdens evaluatiemomenten deze strategieën getoetst worden.

Ook het gebruik van stappenplannen, het raadplegen van tabellen en allerlei doelgerichte evaluatieopgaven ondersteunen de vooropgestelde leerstrategieën.

* 1. Proces- en productevaluatie

Het gaat niet op dat men tijdens de leerfase het ***leerproces*** benadrukt, maar dat men 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 (AD1 t.e.m. AD 9).

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 en ook eventuele adviezen voor het verdere leerproces aan bod komen.

1. Eindtermen

Context, autonomie en verantwoordelijkheid

De volgende eindtermen voor de 3de graad kso/tso worden gelezen vanuit de persoonlijke, sociale en mondiale context en dat met behulp van ondersteunende technieken.

1) Kenmerken van organismen en variatie tussen organismen verklaren vanuit erfelijkheid en omgevingsinvloeden.

2) Aan de hand van eenvoudige voorbeelden toelichten hoe kenmerken van generatie op generatie overerven.

3) De hormonale regeling van de menselijke voortplanting op een eenvoudige manier verklaren

4) Wetenschappelijk onderbouwde argumenten geven voor de biologische evolutie van organismen met inbegrip van de mens.

5) Bij het verduidelijken van en zoeken naar oplossingen voor duurzaamheidsvraagstukken wetenschappelijke principes hanteren die betrekking hebben op biodiversiteit en het leefmilieu.

6) De natuurwetenschappen als onderdeel van de culturele ontwikkeling duiden en de wisselwerking met de maatschappij op ecologisch, ethisch, technisch, socio-economisch en filosofisch vlak illustreren.