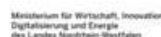
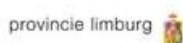


FunForLab

Serious Games om (meer) te leren over het beroep van Medisch Laboratorium Technologen (MLT)

Handleiding van het spel



Inhoudstafel

Inleiding.....	4
Het FunForLab project.....	4
FunForLab doelstellingen middelbare school	4
De FunForLab context	5
De partners.....	6
De ondersteuning.....	7
De handleiding.....	8
Het pedagogische hulpmiddel.....	8
Spelverhaal	8
Serious Game.....	9
Wetenschappelijke thema's	10
De wetenschappelijke methode.....	10
De wetenschappelijke onderwerpen	10
Instructies voor het gebruik van het spel.....	11
De sequenties:.....	11
1. Proloog	11
2. Tutorial	11
3. Inleiding	11
4. 1e scenario (Bernie Russo)	11
5. 2e scenario (Aureliano Foguinho)	11
6. 3e scenario (Julia Balmont)	11
7. Epiloog.....	11
Informatieve elementen:	12
Hoe het spel spelen afhankelijk van de uitrusting	13
1. Met een muis.....	13
2. Met een touchpad	14
Veelgestelde vragen over het spel	15
De pedagogische sequentie	17
Wetenschappelijke activiteit	17
Doelvaardigheden	17
Cursussen en duur	17
Vereisten	17
Media-educatie activiteit	17

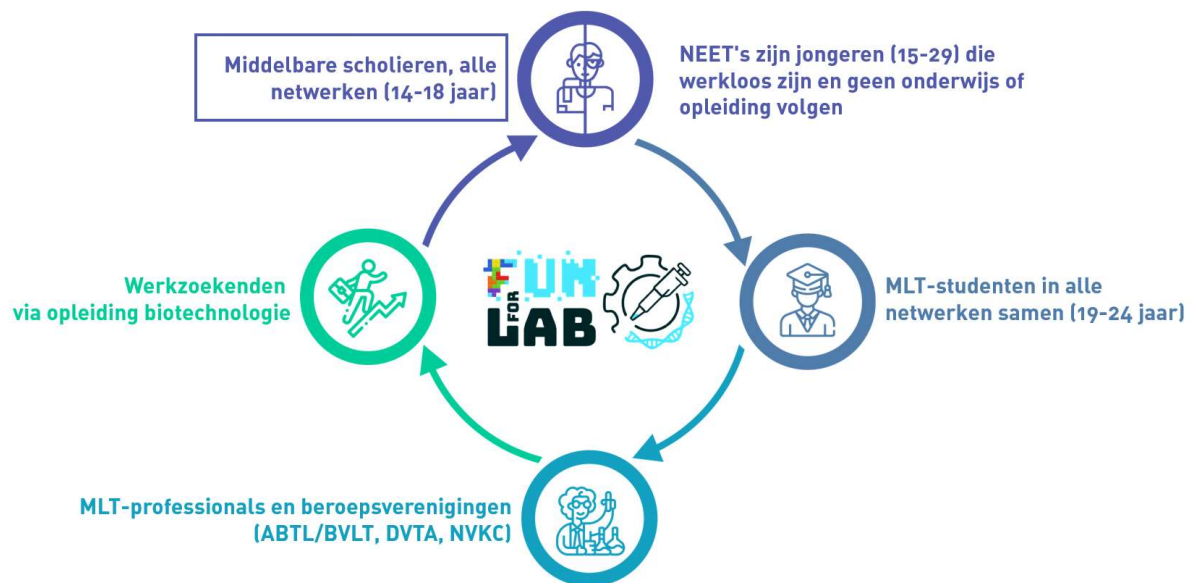
Doelvaardigheden	17
Cursussen en duur.....	17
Vereisten	17
Bijlagen	18
Bijlage 1 – Antwoorden vragenlijsten	18
Bijlage 2 - Antwoorden voor de analyse.....	22
Bijlage 3 - Wetenschappelijke informatie	26
Normale waarden CBC-analyse	26
CBC analyse-eenheden	27

Inleiding

Het FunForLab project

Door het ontwikkelen en delen van twee Serious Games zal het Interreg FunForLab project verschillende doelgroepen aanspreken:

- Middelbare scholieren: Bevorderen van wetenschappelijke beroepen, waaronder medisch laboratorium technoloog (MLT) onder middelbare scholieren.
- MLT-studenten: Vergroten van specifieke vaardigheden op het gebied van geautomatiseerde analyses, bereiken van gelijkwaardige training in de EMR, vergroten van grensoverschrijdende mobiliteit, waardoor de inzetbaarheid toeneemt.
- MLT-professionals: Mogelijkheid om FUNFORLAB te gebruiken als ICTE-tool voor permanente educatie
- Werkzoekenden via wetenschappelijke opleidingen



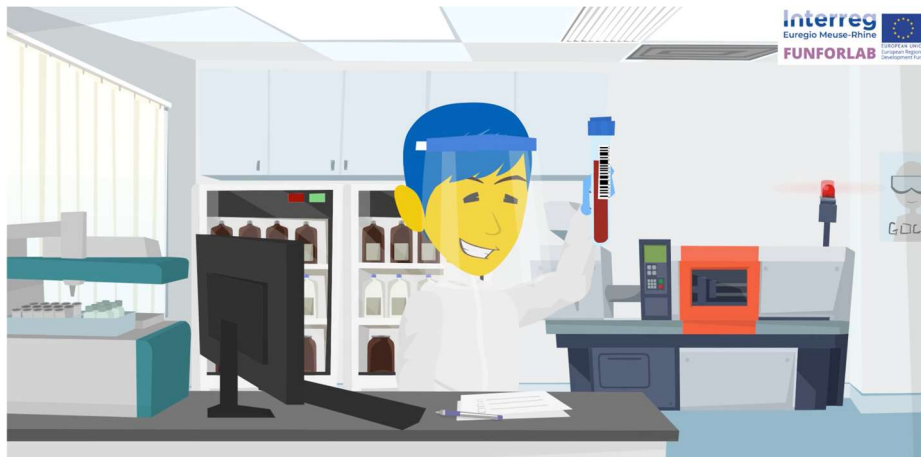
Figuur 1. FunForLab doelgroepen

FunForLab doelstellingen middelbare school

Middelbare scholieren en leerkrachten vormen samen één van de twee belangrijkste doelgroepen van het FunForLab-project. Uit de SWOT-analyse die aan het begin van het project werd uitgevoerd, bleek dat het grote publiek niet weet wat een MLT is en doet. Dit verklaart gedeeltelijk de huidige situatie op de arbeidsmarkt. In alle 3 de onderzochte landen (België, Duitsland en Nederland) is MLT momenteel een knelpuntberoep. Met het project willen we het bewustzijn rond MLT vergroten. Dit zal helpen om de studie en het beroep meer in de kijker te zetten en meer interesse te genereren onder leerlingen.

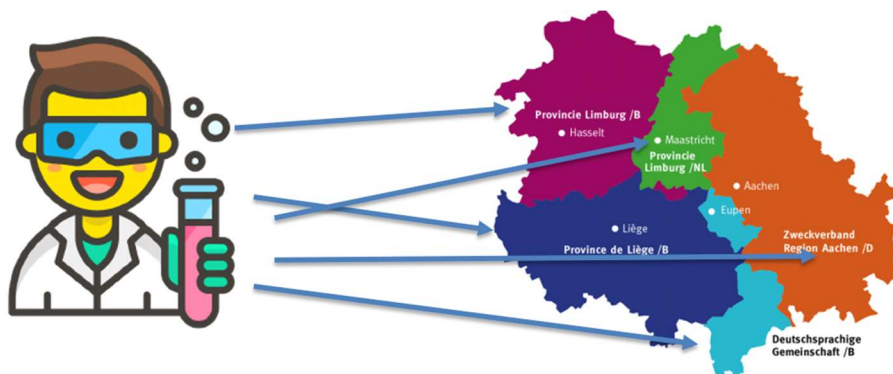
De FunForLab context

Een MLT is een paramedische gezondheidswerker die in vitro laboratoriumtests uitvoert op menselijke monsters (zoals bloed of urine), en die toezicht houdt op de analyse en daarmee de nauwkeurigheid van de verkregen medische gegevens garandeert. De MLT helpt artsen bij het stellen van een nauwkeurige diagnose.



Figuur 2. Medisch laboratorium technoloog

De leden van de Euregio Maas-Rijn zijn de volgende vijf regio's: De provincie Luik, de Duitstalige Gemeenschap en de provincie Limburg in België, de provincie Limburg in Nederland en de regio Aken in Duitsland.



Figuur 3. MLT grensoverschrijdende mobiliteit in de EMR

De partners

Zes partners voor gezamenlijke inspanningen en gedeelde kennis:



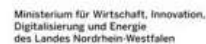
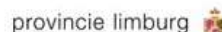
Figuur 4. FunForLab partners in de EMR

Om deze uitdagingen aan te gaan, bracht het FunForLab-project een consortium samen met onder andere:

- Het CRIG onderzoekscentrum (HELMo, Luik, BE), als coördinerend partner;
- Met steun van Hogeschool UCLL (Diepenbeek, BE), ZUYD hogeschool (Heerlen, NL), en RWTH UKAachen (Aken, DE) als MLT scholen, die als (financiële) partners pedagogische en technische vaardigheden inbrengen op het gebied van MLT specifiek, en (biomedische) wetenschappen in het algemeen;
- CECOTEPE Training Center (HEPL, Luik, BE) en FoRS onderzoekscentrum (Henallux, Namen, BE), als (financiële) partners met ervaring in de ontwikkeling van IT-tools en Virtual Reality.

De ondersteuningen

Het FunForLab project wordt ondersteund door:



Het FUNFORLAB project wordt uitgevoerd in het kader van Interreg V-A Euregio Maas-Rijn, CALL 6 op het gebied van sociale inclusie, met financiële ondersteuning door het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling van de Europese Unie. Daarnaast wordt het project medegefinancierd door het Waals Gewest en de federatie Wallonië-Brussel en het Duitse Gewest, in België; de provincie Limburg in Nederland, en het ministerie van Economische Zaken, Innovatie, Digitalisering en Energie van de deelstaat Noordrijn-Westfalen in Duitsland.

Het Interreg V-A Euregio Maas-Rijn (EMR) programma investeert in de ontwikkeling van dit Interreg-gebied dat zich uitstrekt van Leuven (BE) in het westen tot de grenzen van Keulen (DE) in het oosten, en loopt van Eindhoven (NL) helemaal tot aan de grenzen van Luxemburg. Meer dan 5.5 miljoen mensen wonen in deze grensoverschrijdende regio, waar het beste van drie landen samenkomt in een echte Europese samenleving. Met een investering van EU-fondsen in de Interreg-projecten van regionale projectpartners, investeert de EU direct in de economische ontwikkeling, innovatie, territoriale ontwikkeling en de sociale inclusie en onderwijs in dit gebied.

De handleiding

Deze handleiding is bedoeld om leerkrachten wetenschappen van middelbare scholen in de Euregio Maas-Rijn, te helpen spelbegeleider te worden voor hun leerlingen.

De handleiding bevat het volgende:

- De projectdoelstellingen
- De pedagogische hulpmiddelen van het spel
- Instructies voor het gebruik van het spel
- Een methodologie voor klassikaal gebruik

Het doel is om een gemeenschappelijk pedagogisch kader te hebben voor alle regio's in de EMR bij de bewustmaking van leerlingen voor MLT.

De handleiding is bedoeld voor leerkrachten en moet worden gebruikt in combinatie met de trainingshandleiding voor leerlingen.

Het pedagogische hulpmiddel

Spelverhaal

Jaar 2051. Ondanks talloze waarschuwingen van wetenschappelijke experts en alarmerende rapporten van het IPCC in de afgelopen decennia, werd er niet genoeg gedaan om de klimaatverandering tegen te gaan. Natuurrampen, oorlogen en virusepidemieën zijn toegenomen. Door het smeltende ijs stijgt het water, waardoor veel delen van de wereld onherbergzaam worden. Met de hulp van de grootste multinationals hebben de regeringen van veel landen de kolonisatie van de planeet Mars georganiseerd om de mensheid te redden. Deze missie heet EMR (Earth to Mars Rescue). Prioriteit wordt gegeven aan mensen met bruikbare capaciteiten die gecertificeerd moeten worden door laboratoria. Het gerucht gaat dat sommige laboratoria worden gerund door de maffia en resultaten vervalsen. Een jonge MLT wordt ingehuurd door de Europese geheime dienst om de geldigheid van de resultaten van een verdacht lab te controleren en te helpen bij de ontmanteling van de lokale maffia. Als ze daarin slagen, worden ze beloond met een baan als MLT op een ruimteschip naar Mars. Ze mogen hun astmatische zusje meenemen dat lijdt onder de klimaatverandering op aarde.

Het verhaal speelt zich af in de toekomst, het is een dystopie waar klimaatverandering de aarde onherbergzaam heeft gemaakt. Het onderwerp is actueel en interessant om met leerlingen te bespreken. Het kan zorgen voor:

- a) Milieubewustzijn: inzicht in de invloed van de mens op het milieu en de daaruit voortvloeiende onevenwichtigheden in ecosystemen.
- b) Leren over duurzaamheid: milieuvriendelijk gedrag stimuleren.

- c) Verantwoordelijkheidsgevoel ontwikkelen: leren dat de manier waarop we leven invloed heeft op het milieu, waardoor onze betrokkenheid wordt versterkt.
- d) Inzicht in collectieve actie: uitleggen hoe collectieve acties een grotere impact hebben, met nadruk op het belang van solidariteit bij het opzetten van collectieve projecten.

Door leerlingen te leren over de oorzaken en gevolgen van klimaatverandering zullen ze eerder geneigd zijn om de milieu-uitdagingen waarmee ze in hun dagelijks leven te maken zullen krijgen, proactief en positief aan te pakken.

Serious Game

Definitie van Serious Game: *Een Serious Game is een "educatieve toepassing, waarvan de oorspronkelijke bedoeling is om, op coherente wijze en simultaan, serieuze aspecten op een niet-exhaustieve en niet-exclusieve manier, het onderwijzen, het leren, het communiceren of zelfs informatie te combineren met de leuke aspecten van videogames" [ALV 07].*

Bron: [Connected Healthcare for the Citizen, 2018](#)

Voordelen van Serious Games in een schoolcontext:

- a) Motivatie en betrokkenheid: Serious Games kunnen de aandacht van leerlingen trekken en hen motiveren, waardoor hun betrokkenheid en deelname toeneemt.
- b) Ervaringsleren: Serious Games bieden simulaties van situaties uit het echte leven waardoor leerlingen zelf de gevolgen van hun acties en beslissingen kunnen ontdekken.
- c) Onmiddellijke feedback: Serious Games bieden onmiddellijke feedback, waardoor leerlingen fouten kunnen corrigeren en snel begrijpen wat goede praktijken zijn zonder beoordeeld te worden.
- d) Samenwerking: Serious Games bieden mogelijkheden voor samenwerking en competitie tussen leerlingen, wat communicatie en teamwerk stimuleert.
- e) Aanpassing: leerlingen boeken vooruitgang in hun eigen tempo.

Het FunForLab videospel is een Point and Click spel, d.w.z. een avontuurlijk videospel waarbij de speler interactie heeft met zijn omgeving door op items te klikken met de muis of het toetsenbord. De speler moet puzzels oplossen door voorwerpen te verzamelen en logica gebruiken om verder te komen in het verhaal.

Wetenschappelijke thema's

De wetenschappelijke methode

De wetenschappelijke methode is een systematische benadering die wordt gebruikt om de natuurlijke wereld te onderzoeken en te begrijpen. Het omvat een reeks stappen die wetenschappers gebruiken om hypothesen te formuleren en te testen, bewijs te evalueren en conclusies te trekken.

Tabel 1. Een voorbeeld wetenschappelijke methode

Observatie	De overheid huurde ons in om een aantal laboratoriumtesten van een ander laboratorium over te doen. Ze denken dat de resultaten van dit andere laboratorium niet aan de normen voldeden.
Het formuleren van een vraag	Zijn deze resultaten betrouwbaar of niet? Is het staal gezond of pathologisch?
Het ontwikkelen van een hypothese	Als we stalen in ons laboratorium opnieuw testen en andere resultaten vinden, zouden we kunnen denken dat hun resultaten niet te vertrouwen zijn: er is sprake van vervalsing van medische gegevens.
Het ontwerpen van een experiment	Testen van 2 stalen van dit laboratorium waarbij we datavervalsing vermoeden
Verzamelen en analyseren van gegevens	Resultaten vergelijken tussen ons lab en dat van het verdachte laboratorium. Ze zijn niet hetzelfde.
Conclusies trekken	Het verdachte lab publiceerde vervalste resultaten
Bevindingen communiceren	Communiceren van correcte resultaten naar de overheid

De wetenschappelijke onderwerpen

- a) Zuurstoftransport op orgaan- en organismeniveau (geval 1)
- b) Cellenobservatie onder microscoop (geval 2)
- c) Infectie (geval 1)
- d) Samenstelling van bloed: getelde bloedcellen (CBC) en quizvragen (geval 1 en 3)
- e) Veiligheidsregels in een laboratorium naleven (alle gevallen)
- f) Bloedonderzoek (hemogram)
- g) Concentraties/eenheden (alle gevallen)

Instructies voor het gebruik van het spel

De sequenties:

Het spel bestaat uit 7 sequenties.

1. Proloog

Het contextverhaal van het spel wordt uitgelegd in een film. In deze sequentie is geen interactie vereist.

2. Tutorial

De tutorial gaat over hoe je het spel speelt. De speler krijgt instructies over de interactie in het spel en kan oefenen. De robot geeft een rondleiding door het lab en legt uit waar alle kamers voor dienen.

3. Inleiding

De speler verkent de veneuze punctie, monstername en bloedonderzoek. De speler wordt getest op zijn kennis aan de hand van 5 vragenlijsten. De vragen en antwoorden van de tests zijn beschikbaar in Bijlage 1.

4. 1e scenario (Bernie Russo)

De speler voert zijn eerste CBC-analyse uit met de automaat. Op basis van de resultaten rapporteren ze een vermoeden van bloedarmoede aan de overheid (antwoord in Bijlage 2). De speler wordt getest op zijn kennis aan de hand van een vragenlijst. De vraag en het antwoord zijn beschikbaar in Bijlage 1.

5. 2e scenario (Aureliano Foguinho)

Gezien de automaat tijdelijk kapot is, voert de speler een bloedanalyse uit met een microscoop. Ze moeten het bloedstaal vergelijken met andere bloedreferenties om te bepalen of het gezond is of niet (antwoord in Bijlage 2).

6. 3e scenario (Julia Balmont)

De speler voert een CBC-analyse uit met de automaat en een multistix urineanalyse. Gezien de resultaten zullen ze rapporteren aan de overheid dat de resultaten van het eerste lab vervalst waren, aangezien de bloedresultaten laten zien dat het bloed van een man is en de urine abnormale glucosewaarden laat zien (antwoord in Bijlage 2).

7. Epiloog

Het einde van het verhaal wordt beschreven in een film. Het verklaart de beloning die je krijgt voor het ontmantelen van de maffia en het overbruggen van het virtual reality-spel. In deze sequentie is geen interactie vereist.

Informatieve elementen:



Een groene pijl geeft de richting aan naar de avatar.

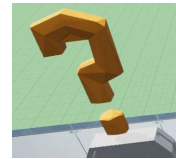


Een gele pijl geeft de richting aan naar de robot.



wordt een uitroepteken weergegeven wanneer om interactie wordt gevraagd

Er




Er wordt een vraagteken weergegeven wanneer om een actie wordt gevraagd

Hoe het spel spelen afhankelijk van de uitrusting

1. Met een muis

Om de speler te verplaatsen, klik je met de linkermuisknop op de grond waar je hem wilt verplaatsen.

Klik met de linkermuisknop op de knop  in het tekstvak (of op de spatiebalk of Enter) om naar de volgende zin te gaan. Je kunt niet verder als de tekst nog steeds wordt weergegeven.

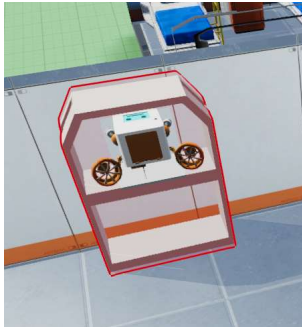
Houd de linkermuisknop ingedrukt en sleep om de camera te verplaatsen.

Houd de rechtermuisknop ingedrukt en sleep om de weergave te draaien.

Gebruik het muiswiel om in of uit te zoomen.

Klik met de rechtermuisknop om terug te gaan naar de beginpositie na een close-up modus (uitzoomen).

Om te interageren met objecten met een rode omlijning, klik je erop met de linkermuisknop.



Sleep de tools die beschikbaar zijn in je mandinventaris (rechtsboven in het scherm) met de linkermuisknop.




Als je over sommige items beweegt, verschijnt er een beschrijvingsvak.



2. Met een touchpad

Om de speler te verplaatsen, klik je met de linkermuisknop op de grond waar je hem wilt verplaatsen.

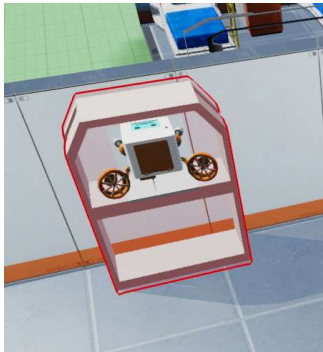
Klik met de linkermuisknop op de knop  in het tekstvak (of op de spatiebalk of Enter) om naar de volgende zin te gaan. Je kunt niet verder als de tekst nog steeds wordt weergegeven.

Om de camera te verplaatsen, houd je de linkerknop ingedrukt en sleep je je vinger.

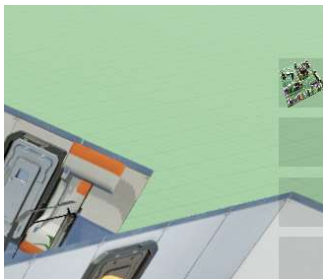
Om de weergave te draaien, houd je de rechterknop ingedrukt en sleep je je vinger.

Om de weergave in of uit te zoomen, beweeg je 2 vingers dichter of verder uit elkaar op het touchpad.

Om te interageren met objecten met een rode omlijning, klik je erop met de linkermuisknop.



Sleep de tools die beschikbaar zijn in je mandinventaris (rechtsboven in het scherm).



Als je over sommige items beweegt, verschijnt er een beschrijvingsvak.



Veelgestelde vragen over het spel

a) *Wat heb ik nodig om het spel te spelen?*

PC Windows® 10 64-bit, muis, toetsenbord
 250 MB vrije schijfruimte
 Grafische kaart met hoge resolutie

b) *Het spel installeren*

Download de gegevens via onze website. Je ontvangt een zipmap. Pak die map uit en open hem. Zodra je op FunForLab.exe klikt, start het spel. Zodra je het menu ziet, kun je naar de scenarioselectie gaan om je level te kiezen.

c) *Hoe lang duurt het om het FunForLab-spel te spelen?*

De snelheid hangt o.a. af van de computervaardigheden van de leerling. Gemiddeld duurt het hele spel uitspelen ongeveer 55 minuten. Individuele sequenties duren gemiddeld:

Proloog	3 minuten
tutorial	10 minuten
inleiding	10 minuten
1 ^e scenario	10 minuten
2 ^e scenario	10 minuten
3 ^e scenario	10 minuten
Epiloog	2 minuten

d) *Hoe de avatar verplaatsen?*

Klik links op de grond waar je ze naartoe wilt verplaatsen.

e) *De avatar volgt mijn instructies niet op*

Als er een tekst is, heb je dan al op 'doorgaan' geklikt?

f) *Ik kan de vragen niet beantwoorden*

Om een vraag te beantwoorden, selecteer je het juiste antwoord en scroll je naar beneden. Verzend je antwoord door op 'valideren' te klikken.

g) *Hoe ontsnap je aan de modus Volledig scherm?*

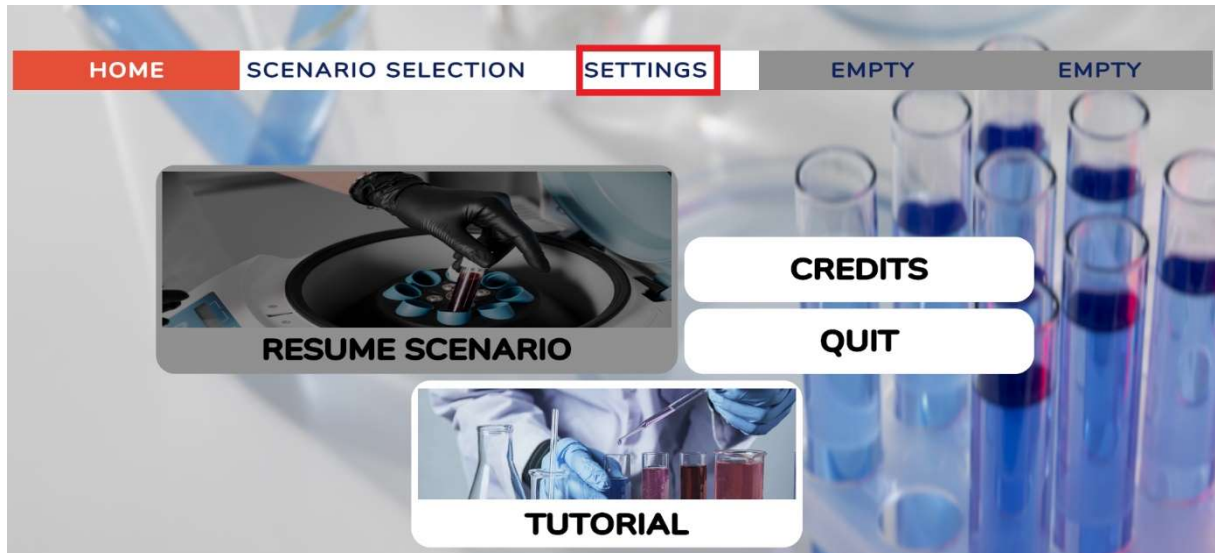
Alt + Enter

h) *Hoe sluit je close-ups af*

Gebruik je rechtermuisknop om te klikken, het scherm zal terug veranderen.

i) Hoe kan ik de taal wijzigen?

Het spel kan in 4 talen worden gespeeld (Engels, Nederlands, Duits en Frans). De taal kan worden gewijzigd via Instellingen.



j) Hoe pas ik de naam aan van de speler?

Hiervoor start je de tutorial, daar zal je gevraagd worden een naam op te geven.

k) Hoe trek je de labjas aan?

Ga naar de kleedkamer, klik op de kast (rode voering)

l) Ik zit vast, het spel laadt niet!

Druk op "esc" op je toetsenbord om terug te gaan naar het menu en het spel te hervatten.

m) Wat doet de knop "het spel hervatten" ?

Als je het spel hebt verlaten met de "esc" toets, en je zat midden in een scenario, dan word je met deze knop teruggebracht naar het punt waar je eerder zat in het scenario. Als je het spel afsluit (door het venster te sluiten), brengt de knop "scenario hervatten" je terug naar het begin van het scenario waar je in zat.

n) Kan ik spelen zonder geluid?

Ja, er wordt geen extra informatie gegeven via geluid.

De pedagogische sequentie

De lesvolgorde is een apart document dat beschikbaar is op onze website. Er wordt een activiteit voorgesteld die in de klas kan worden opgezet tijdens de biologieles. Het bestaat uit een wetenschappelijke activiteit en een media-educatieve activiteit.

Wetenschappelijke activiteit

Doelvaardigheden

Deze lesvolgorde stelt leerlingen in staat om actief deel te nemen aan het wetenschappelijke proces, door kennis op te bouwen in de volgende 3 fasen:

- Toeëigening van het probleem
- Informatie verzamelen
- Informatie verwerken en communiceren

Aan het einde van deze activiteit zullen de volgende processen geoefend zijn:

- Fysiologische gegevens vergelijken van een gezond persoon en een persoon die lijdt aan een infectieziekte (bloedtest, urinetest, microscopische observaties, enz.)
- Grafieken en tabellen interpreteren van analyses
- Resultaten interpreteren door ze te analyseren en beargumenteren
- Wetenschappelijke poster ontwerpen en presenteren

Cursussen en duur

4 ½ periodes in de wetenschappelijke opleiding (biologiecursus)

Vereisten

- Samenstelling van het bloed:
 - Plasma en serum
 - Bloedcellen: witte bloedcellen (WBC), rode bloedcellen (RBC) en bloedplaatjes
- Lichtmicroscop

Media-educatie activiteit

Doelvaardigheden

- Media-educatie

Door middel van 3 gebieden:

- De ideologie van het spel
- De pedagogische aanpak van het spel
- De betrouwbaarheid van informatie in het spel

Cursussen en duur

30 min in de wetenschappelijke opleiding (biologiecursus) of in een cursus media-educatie.

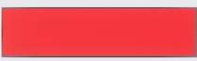




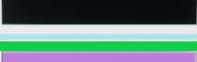


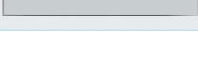
Vereisten

Het FunForLab Point & Click-spel spelen.

Bijlagen

Bijlage 1 – Antwoorden vragenlijsten

Vragenlijst 1: De keuze van de kleur van dop van de bloedafnamebuis

Specimen Type	Additive	ISO 6710 (2017)	Color
Serum	Clot activator	Red	
Serum with gel	Gel, clot activator	Yellow	
Plasma	Heparin	Light Green	
Plasma with gel	Gel, heparin	Dark green	
Plasma	Citrate (1:9)	Light Blue	
Whole blood	Citrate (1:4)	Black	
Whole blood	EDTA	Lavender	
Plasma EDTA with gel	Gel, EDTA	White or Pearl	
Plasma	Glycolytic inhibitor	Grey	

Informatie die in de inleiding wordt gegeven voordat de speler wordt ondervraagd:

“Dit is een buisje met EDTA (Ethyleen-Diamine-Tetra-Acetaat) vloeistof.”

En na de buiskeuze:

“Deze vloeistof stabiliseert de bloedcellen en voorkomt dat het bloed stolt, wat nodig is voor onze CBC-analyse.”

Vragenlijst 2: Veneuze punctieapparatuur

Antwoorden:

- Handschoenen
- Ontsmettingsmiddel
- Naald voor eenmalig gebruik
- Tourniquet

- Gaasje
- Staalbuisjes
- Prullenbak
- Labels
- Verband

Niet nodig voor een veneuze punctie:

- NaCl (zout)
- Chronometer

Informatie die in de inleiding wordt gegeven voordat de speler wordt ondervraagd:

“Ik zal u nu vertellen welke handelingen ik ga uitvoeren. Na het schoonmaken van je arm, bind ik het tourniquet (de knelband) om je arm. Ik desinfecteer het gebied rondom de prik. Ik breng de naald in en vul het buisje. Ik maak het tourniquet los. Ik haal de naald eruit. En daar heb je het! Ik draai de buis voorzichtig om, om stolling te voorkomen.”

Er wordt ook een video van een echte veneuze punctie getoond vóór de vragenlijst.

Vragenlijst 3: Sommige staalbuizen bevatten additieven om stolling te voorkomen. Wat is het additief voor een CBC-analyse?

Antwoord	Beschrijving
EDTA	Ethyleendiaminetetra-azijnzuur Antistollingsmiddel: voor hematologie, immuno-hematologie, genetica, geglyceerd hemoglobine en immunosuppressieve tests
Andere voorstellen	
Citraat	Antistollingsmiddel: voor trombose-haemostase-analyses, vullen tot de markering aangegeven op het buisje
Heparine	Antistollingsmiddel: Voor klinische chemie
NaCl	Zout
Ethanol	Ethylalcohol

Informatie in het spel, zie vragenlijst 1.

Vragenlijst 4: Welke cellen vinden we in menselijk bloed?

Antwoorden	Beschrijving
Bloedplaatjes	Bloedplaatjes worden ook wel trombocyten genoemd. Ze worden geproduceerd in het beenmerg en helpen het bloed te stollen.
Rode bloedcellen	Cellen die zuurstof vervoeren. Hun aantal hangt af van bijvoorbeeld geslacht en leeftijd
Witte bloedcellen	Cellen betrokken bij de immuunafweer die een sleutelrol spelen in de verdediging van het lichaam tegen bijvoorbeeld virussen en bacteriën die infecties kunnen veroorzaken
Andere voorstellen	
Astrocyten	Astrocyten zijn gliacellen van het centrale zenuwstelsel. Ze zijn over het algemeen stervormig
Blauwe bloedcellen	Verzonnen voor het spel

Vragenlijst 5: Net voor het uitvoeren van de CBC-analyse moet de EDTA-buis voorzichtig enkele keren gemengd worden, waar of niet waar?

Antwoord	Beschrijving
Waar	Om bezinking van de cellen op de bodem van de buis te voorkomen
Ander voorstel	
Niet waar	Te hard schudden kan de cellen beschadigen

Informatie gegeven in de inleiding wanneer de robot de veneuze punctie uitlegt:

“En daar heb je het! Ik draai de buis voorzichtig om, om stolling te voorkomen.”

Vragenlijst 6: Wat is de rol van hemoglobine in menselijke rode bloedcellen?

Antwoord
Zuurstofvoorziening
Andere voorstellen
Immunosuppressie
Aanzetten tot stolling
Voorkomen dat bloedvaten verkalken
Waterstofbinding

Informatie gegeven aan de speler aan het begin van geval 1 (bij het scannen van het staal) met betrekking tot hemoglobine:

“Om te verifiëren of deze persoon in aanmerking komt om naar Mars te gaan, moeten we een hematologische analyse uitvoeren en zijn hemoglobinegehalte controleren. Dit is een maat voor de rode bloedcellen in je bloed, die zuurstof van je longen naar je organen vervoeren. Als je een laag hemoglobinegehalte hebt, voel je je vaak moe en uitgeput. Wielrenners die bijvoorbeeld EPO gebruiken, verhogen hun hemoglobinegehalte om hun prestaties te verbeteren.”

Bijlage 2 - Antwoorden voor de analyse

Inleiding: CBC-analyse van het bloed van de speler¹

PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	4,8 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	4,5 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	145,3 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	42,5%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	89,3 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	32,1 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	345,4 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	212,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	13,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

Geen uitslagen buiten bereik, geen ziekte te melden.

Eerste geval: CBC-analyse van Bernie Russo's bloed¹

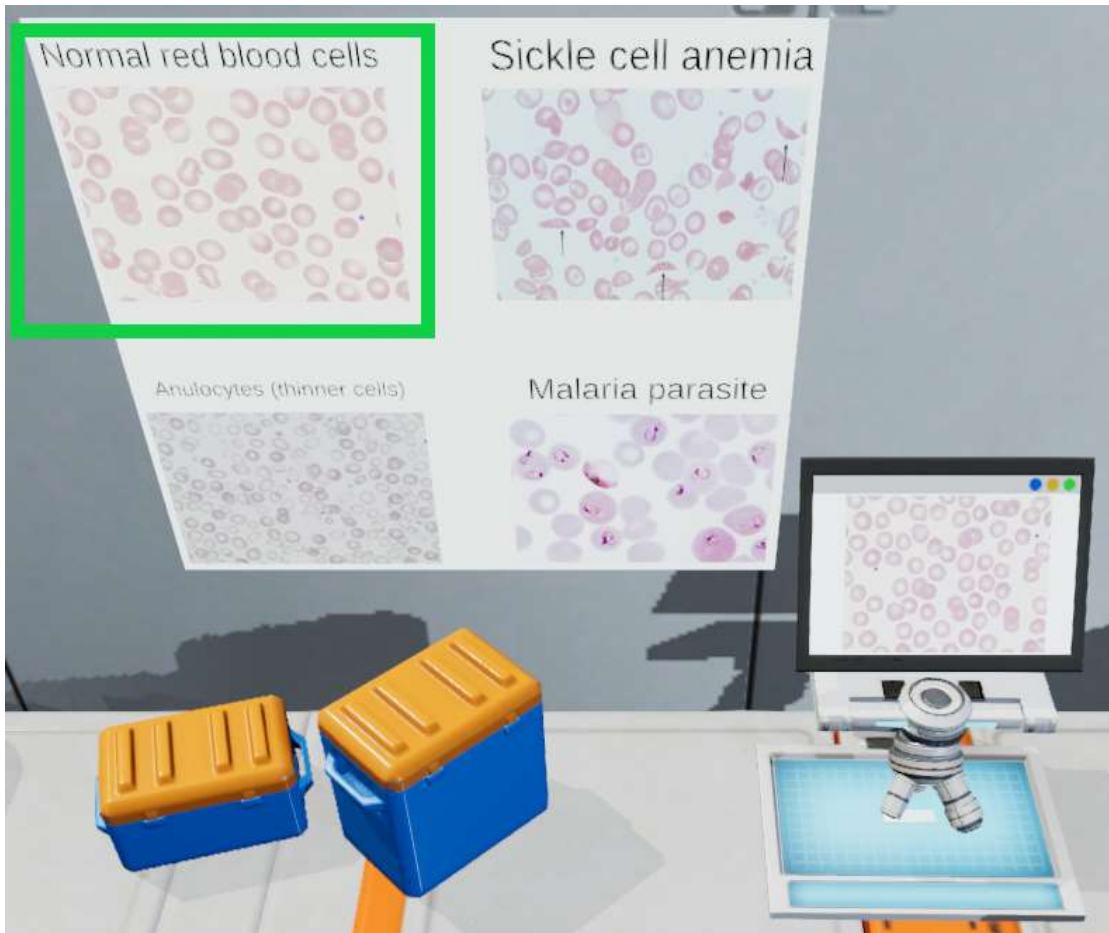
PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	4,9 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	3,4 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	87,0 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	26,4%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	87,4 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	28,5 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	330,0 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	383,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	30,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

Bloedarmoede is de ziekte die geselecteerd moet worden in de codex.

¹ Alle gepresenteerde CBC-analysetabellen zijn gemaakt voor het spel. In laboratoria worden de referentiewaarden automatisch aangepast aan het geslacht van de patiënt.

Beschrijving van bloedarmoede in de codex: "Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie wordt bloedarmoede gedefinieerd als een afname van de hemoglobineconcentratie (HB). In dit geval kunt u een afname van hemoglobine, het aantal rode bloedcellen (RBC) en hematocriet (HCT) waarnemen."

Tweede geval: Microscopieanalyse van Aureliano Foguinho's bloed



De rode bloedcellen uit het staal zijn normale rode bloedcellen

- Bloedarmoede: Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie wordt bloedarmoede gedefinieerd als een afname van de hemoglobineconcentratie (HB). In dit geval kunt u een afname van hemoglobine, het aantal rode bloedcellen (RBC) en hematocriet (HCT) waarnemen.
- Anulocyten : Anulocyten zijn ringcellen en monoconcave hypochrome erythrocyten (rode bloedcellen). Het roodachtige cytoplasma is voornamelijk alleen te zien als een rand. Ze zijn kleiner dan normale erythrocyten en komen niet voor in het bloed van gezonde mensen.
- Malaria is een infectieziekte die wordt veroorzaakt door een parasiet van het geslacht Plasmodium, die wordt verspreid door de beet van bepaalde muggensoorten. Het uitstrijkje maakt het mogelijk om plasmodii te identificeren op basis van hun specifieke kenmerken en de vervormingen die de gearasiteerde rode bloedcellen ondergaan.

Derde geval: CBC en multistix analyse van Julia Balmont's bloed

Multistix analyse:



Diabetes is de ziekte die geselecteerd moet worden in de codex.

Diabetesbeschrijving in de codex: "Diabetes wordt gekenmerkt door chronische hyperglycemie, oftewel een te hoog glucosegehalte in het bloed (bloedsuiker). Deze ziekte ontstaat wanneer de alvleesklier niet genoeg insuline produceert of wanneer het lichaam de geproduceerde insuline niet goed kan verwerken. De glucosespiegel wordt in eerste instantie gemeten in het bloed, maar er kan ook een urinetest worden uitgevoerd om de aanwezigheid van glucose (GLU) te detecteren. Normaal gesproken zou er geen glucose in de urine aanwezig mogen zijn. De aanwezigheid van glucose (GLU) in de urine kan een teken zijn van verschillende ziekten, waaronder diabetes."

CBC analyse¹:

PARAM	VALUE	MALE RANGES	FEMALE RANGES
WBC	9,5 /nL	4 /nL - 10 /nL	4 /nL - 10 /nL
RBC	5,2 /pL	4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB	172,0 g/L	140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT	50,0%	40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	96,4 fL	82 fL - 97 fL	82 fL - 97 fL
MCH	33,0 pg	27 pg - 36 pg	27 pg - 36 pg
MCHC	344,0 g/L	320 g/L - 360 g/L	320 g/L - 360 g/L
PLT	379,0 /nL	140 /nL - 400 /nL	140 /nL - 400 /nL
ESR	12,0 mm/h	< 22 mm/h	< 24 mm/h

De waarden zijn abnormaal voor een staal afkomstig van een vrouw.

Informatie die de speler krijgt na het selecteren van diabetes in de codex:

“We vermoeden drie potentiële oorzaken voor deze hoge waarden voor de analyse van Julia Balmont.

Ten eerste neemt ze EPO, dit kan worden beschouwd als een vorm van doping, mogelijk gevaarlijk voor haar gezondheid.

- ⇒ Herinnering aan het EPO-effect, verhoging van het hemoglobinegehalte (HB). Zie vragenlijst 6 voor meer details)

Twee, het monster van Julia Balmont is in feite die van een man, die rechtstreeks een vervalsing van de resultaten zou onthullen.

- ⇒ Als het bloedstaal van een man was, zou het tussen de normale waarden liggen. Misschien hebben ze het bloedstaal verwisseld met dat van een gezonde man, niet wetende dat het bereik voor sommige parameters zou veranderen.

Drie, Julia Balmont lijdt aan een ernstige ziekte.

In alle drie gevallen zou de toegang tot de shuttle worden geweigerd voor Julia. Ik stel daarom een tijdelijk verbod voor en een grondiger onderzoek omdat het vermoeden van fraude zeer aanwezig blijft.

Bijlage 3 - Wetenschappelijke informatie

Normale waarden CBC-analyse

CBC-parameter	Normale waarde volwassenen	Volwassen man	Volwassen vrouw
WBC	4 /nL - 10 /nL		
RBC		4,4 /pL - 6,0 /pL	4,2 /pL - 5,5 /pL
HB		140 g/L - 180 g/L	120 g/L - 160 g/L
HCT		40 % - 54 %	37 % - 47 %
MCV	82 fL - 97 fL		
MCH	27 pg - 36 pg		
MCHC	320 g/L - 360 g/L		
PLT	140 /nL - 400 /nL		
ESR		< 22 mm/h	< 24 mm/h

Opmerking: normale waarden zijn afhankelijk van de meetmethode, de gebruikte reagentia en de automaten!) → Er kan dus enige variatie zijn in de normale waarden voor verschillende automaten en regio's, zelfs als ze hetzelfde meetprincipe gebruiken.

CBC analyse-eenheden

In het spel (Engels)	Hematologische analyse	Betekenis van de afkortingen	Definitie (kort)	Eenheden (kort)	Eenheden
WBC	WBC	witte bloedcel = leukocyt	Cellen die betrokken zijn bij de immuunafweer en een sleutelrol spelen in het lichaam's verdediging tegen bijvoorbeeld virussen en bacteriën die infecties kunnen veroorzaken.	/nl	per nanoliter (10^{-9})
RBC	RBC	rode bloedcel = erythrocyt	Cellen die zuurstof transporteren. Hun aantal is afhankelijk van onder andere geslacht en leeftijd.	/pl	per picoliter (10^{-12})
HB	Hb	Hemoglobine	Een belangrijk onderdeel van de rode bloedcellen (RBC) bestaat uit pigment (heem dat ijzer bindt), dat verantwoordelijk is voor de rode kleur van het bloed, en een eiwitdeel (globine). Het transporteert zuurstof (O ₂) van de longen naar de weefsels van het lichaam. Hb vervult ook de tegenovergestelde functie door koolstofdioxide (CO ₂) van weefsels naar de longen te transporteren.	g/l	gram/liter
HCT	Ht	Hematocriet	Het volume dat wordt ingenomen door de rode bloedcellen in het bloed in verhouding tot het totale bloedvolume.	%	Procent
MCV	MCV	Mean Corpuscular Volume	Het gemiddelde volume van de rode bloedcellen.	fl	femtoliter (10^{-15})
MCH	MCH	Mean Corpuscular Hemoglobin	Dit is het gemiddelde niveau van hemoglobine per rode bloedcel.	pg	picogram
MCHC	MCHC	Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration	Dit is het gemiddelde niveau van hemoglobine in het volume dat door rode bloedcellen in het bloed wordt ingenomen.	g/l	gram/liter
PLT	PLT	bloedplaatjes = trombocyt	Bloedplaatjes worden ook wel trombocyten genoemd. Ze worden geproduceerd in het beenmerg en helpen bij het stollen van het bloed.	/nl	per nanoliter
ESR	BSE	bezinkingssnelheid van de erythrocyten	De bezinkingssnelheid (BSE) is de snelheid waarmee rode bloedcellen in een bloedmonster bezinken.	mm/h	milimeter per uur

