

Is er een interactie-effect tussen

redundantie

en

learner control?

door

Philip van der Eijk

269098

Erasmus Universiteit Rotterdam

2005

Samenvatting

Naar aanleiding van eerder onderzoek naar leereffecten bij multimedia leeromgevingen, waarbij verschillende effecten zijn gevonden met betrekking tot het ontwerpen van een instructieve animatie, wordt in dit onderzoek gekeken naar een interactie-effect tussen twee effecten; het redundantie-effect, dat zegt dat het beter is om een animatie aan te bieden met alleen gesproken tekst, dan met gesproken tekst en beeldschermtekst, en het learner control effect, dat zegt dat het beter is als lerende personen zelf controle hebben over het verloop van een instructieve animatie. Proefpersonen kregen een instructieve animatie te zien met uitleg van de menstruatiecyclus van de vrouw en vulden daarna een retentie- en een transfervragenlijst in. Het bleek dat met het gebruikte materiaal alleen het effect van learner control gevonden kon worden bij de retentiescores. Proefpersonen, die konden aangeven of ze een segment van de animatie nog een keer wilde zien of dat ze klaar waren om door te gaan naar het volgende segment, presteerden beter dan proefpersonen, die alle segmenten van de animatie achtereenvolgens aangeboden kregen zonder enige vorm van interactie met het instructiemateriaal. Dat er alleen een effect van learner control is gevonden, maakte het onmogelijk om te kijken naar een interactie-effect tussen redundantie en learner control. Aangezien het effect van redundantie niet gevonden werd.

Inhoudsopgave

Titelpagina	blz. 1
Samenvatting	blz. 2
Inleiding	blz. 3
Methode	blz. 14
Resultaten	blz. 23
Discussie	blz. 26
Literatuur	blz. 33
Bijlagen	blz. 35

Inleiding

Multimedia uitleg op de computer is een nuttig hulpmiddel voor het uitleggen van natuurkundige principes, zoals het ontstaan van bliksem (Mayer & Chandler, 2001). Een multimedia leeromgeving bestaat uit woorden (bijvoorbeeld beeldschermtekst) en plaatjes (bijvoorbeeld een animatie). De uitleg geeft een continu proces (bijvoorbeeld de menstruatiecyclus) weer.

Het gebruik van plaatjes kan verschillende voordelen hebben. Een plaatje kan meer vertellen dan een duizend woorden, het kan aandacht trekken, en het kan motivatie vasthouden (Tversky, Bauer Morrison & Betrancourt, 2002). Het gebruik van plaatjes is vooral nuttig als het onderlinge verhoudingen weergeeft tussen verschillende elementen in een proces. Het is wel zo dat de structuur en inhoud van de externe representatie overeen moet komen met de gewenste structuur en inhoud van de interne representatie. Dit noemen Tversky et al. het congruentieprincipe. Het wil eigenlijk zeggen dat het alleen zinvol is om een animatie te gebruiken als het een continu proces of verandering weer moet geven. Als bewegingen van elementen uit de informatie niet tot de essentiële inhoud behoren, dan is het dus ook overbodig om een bewegende animatie te gebruiken om de informatie aan te bieden.

In dit onderzoek gaat het om een animatie die de menstruatiecyclus weergeeft met een bijbehorende tekstuele uitleg in gesproken en geschreven vorm. De menstruatiecyclus is dan ook een continu proces en is geschikt om schematisch weer te geven in een animatie.

Het doel van dit onderzoek is het interactie-effect onderzoeken tussen het redundantie-effect en *learner control* bij instructieve animaties. Mayer en Moreno (2002) spreken over een aantal effecten, die zij hebben gevonden in voorafgaande onderzoeken, waar rekening mee gehouden dient te worden bij het ontwerpen van multimedia instructiemateriaal. De meeste effecten komen voort uit de *cognitive load* theorie (Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998). Een van die effecten is het redundantie-effect. Dit effect is echter ook te verklaren vanuit de *dual-processing* theorie. Beide theorieën worden later besproken.

Het andere aspect van multimedia instructiemateriaal, dat centraal staat in dit onderzoek, is *learner control*. Er zijn verschillende vormen van *learner control* en ook verschillende theorieën over het effect van *learner control* op het leerproces. Ook dit zal later besproken worden.

Er is nog geen eerder onderzoek gedaan naar de onderlinge relatie tussen het redundantie-effect en *learner control*. Als in dit onderzoek beide effecten gevonden worden, zal dit

bijdragen aan verdere generaliseerbaarheid van eerder gedane uitspraken met betrekking tot het ontwerpen van instructieve animaties. En als er ook een onderlinge relatie geconstateerd wordt tussen beide effecten, dan kunnen er nieuwe aanbevelingen gedaan worden voor het ontwerpen van instructiemateriaal. De verwachting is dat learner control meer positieve effecten heeft op het leerproces dan tot nu toe gedacht is. Dit onderzoek zou het gebruik van learner control bij het ontwerpen van instructieve animaties kunnen stimuleren. Deze mogelijkheid wordt nog te weinig benut in het huidige onderwijs en zou kunnen zorgen voor efficiëntere lesmethoden.

Een beeld van de onderlinge relatie tussen het redundantie-effect en learner control zou ook een beter inzicht kunnen geven in de werking van beide effecten. In dit onderzoek wordt gekeken naar de theorieën achter beide effecten. Ook zal gekeken worden of deze theorieën de onderlinge relatie ook kunnen verklaren.

De onderzoeksvraagstelling is daarom geworden:

Verandert het redundantie-effect als de proefpersonen controle hebben over de snelheid van de instructieve animatie?

In deze inleiding zullen eerst het redundantie-effect en learner control besproken worden en daarna zal gekeken worden naar de verwachte onderlinge relatie en andere factoren die een rol zouden kunnen spelen in het experiment. Daarna zullen er hypothesen gesteld worden over de onderlinge relatie tussen redundantie en learner control.

Redundantie-effect

Zoals eerder gezegd, is het redundantie-effect iets waarmee rekening dient te worden gehouden bij het ontwerpen van instructiematerialen. Verschillende wetenschappers verstaan verschillende dingen onder het redundantie effect. Voor dit onderzoek houd ik de definitie van Mayer en Moreno (2002) aan. Het redundantie-effect houdt volgens deze onderzoekers in dat het beter is als een animatie wordt aangeboden met gesproken tekst alleen, dan als er bij een animatie gesproken tekst wordt aangeboden, maar ook gelijktijdig dezelfde tekst op het beeldscherm te zien is. Dit is de definitie van het redundantie-effect, die aangehouden wordt in dit onderzoek, omdat dit onderzoek een soortgelijke instructieve animatie betreft als het onderzoek, waaruit deze definitie voortgekomen is. Er zijn verschillende theorieën waarom het redundantie-effect optreedt. De cognitive load theorie en de dual-processing theorie zullen besproken worden.

Cognitive load theorie

Om te beginnen kijken we naar de cognitive load theorie. De cognitive load theorie is een theorie over het ontwerpen van instructiemateriaal (Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998). De theorie stelt dat er een gelimiteerde capaciteit in het werkgeheugen is voor informatie, die gelijktijdig moet worden verwerkt. Het werkgeheugen is het gedeelte van het cognitieve functioneren dat bewust is. Een persoon kan namelijk alleen de inhoud van het werkgeheugen bewust beleven. Al het andere cognitieve functioneren gebeurt op een onbewust niveau. Het werkgeheugen kan ongeveer 7 informatie-eenheden tegelijk bevatten (Miller, 1956). Dit aantal wordt kleiner op het moment dat de informatie-eenheden niet alleen onthouden moeten worden, maar als er ook nog een verwerking moet plaats vinden. Met een verwerking wordt bedoeld dat er verbanden worden gelegd tussen de verschillende eenheden in het werkgeheugen. Die eenheden kunnen overigens nieuwe informatie, maar ook oude informatie bevatten. Als er dus ook een verwerking plaats moet vinden kan het werkgeheugen ongeveer 2 of 3 informatie-eenheden tegelijk bevatten.

De cognitive load theorie neemt aan dat het werkgeheugen gedeeltelijk onafhankelijke verwerkingkanalen heeft. Er zijn verschillende verwerkingskanalen voor auditief/verbaal materiaal en voor visueel/ tweedimensionaal en driedimensionaal materiaal.

Informatie, die in het werkgeheugen verwerkt is, wordt opgeslagen in het lange termijngeheugen (Sweller, Van Merriënboer & Paas, 1998). De inhoud van het lange termijn is onbewust tot het moment dat de informatie in het werkgeheugen is gebracht. Er wordt aangenomen dat het lange termijngeheugen een ongelimiteerde capaciteit heeft om informatie-eenheden op te slaan. Informatie wordt in het lange termijngeheugen opgeslagen in schema's.

Een schema categoriseert informatie-eenheden naar de karakteristieke elementen ervan. Hierdoor is het mogelijk om bijvoorbeeld een boom te herkennen, ondanks dat er nooit twee bomen identiek zijn. Een schema van een boom kan allerlei karakteristieken bevatten zoals kleur, grootte, vorm, maar ook wat je allemaal met een boom kan doen, hoe een boom groeit en functies van bomen. Schema's helpen om het de werkgeheugencapaciteit vrij te houden. Alle informatie die omvat wordt door een schema hoeft namelijk niet als informatie-eenheid aanwezig te zijn in het werkgeheugen, terwijl het wel beschikbaar is. Een schema van bijvoorbeeld een boom kan dus gezien worden als 1 informatie-eenheid, hoe complex of omvangrijk deze ook is. Door informatie-eenheden te verwerken in het werkgeheugen, kunnen er schema's worden aangemaakt in het lange termijngeheugen. En deze kunnen dan daarna worden teruggehaald naar het werkgeheugen.

Dit houdt, zoals gezegd, de belasting van de werkgeheugencapaciteit laag. Deze belasting wordt ook wel de cognitieve belasting, of cognitive load, genoemd. Bij het maken van instructiemateriaal is het belangrijk om deze cognitieve belasting zo laag mogelijk te houden en het aanmaken van schema's te ondersteunen.

Als er namelijk te veel belasting is op het werkgeheugen dan kunnen niet alle informatie-eenheden verwerkt worden. Dit heeft een negatief effect op het leerproces. Het laag houden van de belasting kan bijvoorbeeld door gebruik te maken van verschillende manieren van informatie aanbieden om zo beide verwerkingskanalen van het werkgeheugen aan te spreken. In een experiment van Tindall-Ford, Chandler en Sweller (1997) bleek dat een visueel diagram met gesproken tekst beter verwerkt werd dan hetzelfde diagram met identieke maar visueel aangeboden tekst.

Als er twee verschillende soorten informatie tegelijk worden aangeboden via hetzelfde verwerkingskanaal, dan zal de werkgeheugencapaciteit eerder volledig belast zijn en kan een *split-attention* effect optreden. Het split-attention effect treedt op als informatie wordt aangeboden door meerdere bronnen, die met elkaar geïntegreerd moeten worden. Dus er moet bijvoorbeeld tegelijk gekeken worden naar bewegende beelden en beeldschermtekst en deze moeten met elkaar geïntegreerd worden voordat de aangeboden informatie begrepen kan worden. Het verdelen van de aandacht over de twee bronnen en het integreren van de verschillende bronnen zorgt voor extra belasting van het werkgeheugen en dit komt dus het leerproces niet ten goede.

In de cognitive load theorie komt ook naar voren dat als er gelijktijdig twee keer dezelfde informatie wordt aangeboden in verschillende vormen, dat dit negatieve gevolgen heeft voor de verwerking van de informatie. Als de twee vormen van informatie namelijk afzonderlijk van elkaar begrepen kunnen worden, dan is er sprake van overbodige informatie. Het verwerken van de overbodige informatie kost werkgeheugencapaciteit en ook dit komt het leerproces niet ten goede.

Leahy, Chandler en Sweller (2003) vonden dat een diagram zonder tekst, die dezelfde informatie weergeeft, beter verwerkt werd, dan een diagram met tekstuele uitleg. Chandler en Sweller (1991) vonden eerder ook al hetzelfde effect met een diagram dat de bloedstroom van het hart, de longen en de rest van het lichaam weergaf. In het diagram stonden pijlen die de richting van de bloedstroom aangaven. Bij het diagram hadden ze een bijschrift, waarin de richtingen nogmaals tekstueel werden uitgelegd. Beide bronnen van informatie, het diagram en de tekst, waren afzonderlijk te begrijpen. Hier bleek ook dat het verwerken van beide bronnen leidde tot een slechtere leerprestatie dan het verwerken van één afzonderlijke bron.

Leahy, Chandler en Sweller houden er overigens wel een andere definitie van het redundantie-effect op na dan de definitie, die aangehouden wordt in dit onderzoek. Deze is namelijk dat het redundantie-effect een multimedia situatie is, waarin het verwijderen van overbodige informatie leidt tot een betere leerprestatie. Deze definitie doet dus een ruimere uitspraak over overbodige informatie dan de definitie van Mayer en Moreno (2002). Mayer en Moreno hebben het namelijk alleen over de aanwezigheid van overbodige beeldschermtekst. In dit onderzoek wordt ook specifiek gekeken naar de overbodige beeldschermtekst. Er kan dan een duidelijke generaliseerbare uitspraak gedaan worden over het ontwerpen van instructieve animaties. Dit kan niet als er gekeken moet worden naar alle vormen van overbodige informatie, zonder het onderzoek onnodig complex te maken.

In een ander onderzoek vonden Mayer, Bove, Bryman, Mars en Tapangco (1996) ook dat proefpersonen, die een samenvatting met plaatjes van het ontstaan van bliksem kregen aangeboden, beter presteerden op retentie en transfer dan proefpersonen, die dezelfde samenvatting met een volledige tekstuele uitleg, of alleen de tekstuele uitleg aangeboden kregen. En in 2 verschillende onderzoeken naar het redundantie-effect in animaties bleek dat proefpersonen in de conditie met animatie en gesproken tekst beter presteerden dan proefpersonen in de conditie met animatie, gesproken tekst en gelijktijdige beeldschermtekst (Mayer, Heiser & Lonn, 2001). In het ene onderzoek ging het om beeldschermtekst, die de gesproken tekst samenvatte, en in het andere onderzoek ging het om beeldschermtekst, die de gesproken tekst dupliceerde. In beide onderzoeken werden de verschillen in de prestatie gevonden op de transfer en retentie. Mayer, Heiser en Lonn verklaren hun bevinden vanuit de *dual channel* theorie voor multimedia-leren. In het geval van het redundantie-effect zou het visuele kanaal overbelast raken, doordat het de aandacht moet verdelen over twee visuele bronnen.

De uitleg vanuit de cognitive load theorie voor het redundantie-effect is, dat er een split-attention effect optreedt en dat er ook overbodige informatie is om te verwerken. Door de aangeboden visuele animatie en de aangeboden visuele tekst op het scherm treedt het split-attention effect op. En doordat dezelfde informatie wordt aangeboden in de gesproken tekst en gelijktijdig in de beeldschermtekst, moet er overbodige informatie verwerkt worden. Ze zijn immers ook afzonderlijk van elkaar te begrijpen. Deze twee aspecten zouden het negatieve effect van het redundantie-effect op het leerproces kunnen verklaren.

Onder welke omstandigheden het redundantie-effect allemaal optreedt is niet bekend, maar het lijkt uit de theorie af te leiden dat het alleen optreedt, als de maximum belasting bereikt is.

Moreno en Mayer (2002) hebben een onderzoek gedaan, waarbij de tekst en animatie sequentieel werden aangeboden in delen. Bij dit experiment bleken de proefpersonen beter te presteren in de conditie met animatie, beeldschermtekst en gesproken tekst. Het verschil zit in het al dan niet tegelijk aanbieden van de animatie en de beeldschermtekst. In het geval, dat de tekst en animatie sequentieel worden aangeboden, hoeft het beeldmateriaal niet gelijktijdig verwerkt te worden met de aangeboden tekst. Dit zorgt ervoor dat de cognitieve belasting lager wordt. Ook ontstaat er geen split-attention effect, omdat de aandacht niet verdeeld hoeft te worden over het kijken naar de animatie en het lezen van de beeldschermtekst.

Dat de proefpersonen in dit experiment van Moreno en Mayer zelfs beter presteren in de conditie met en gesproken tekst en beeldscherm tekst kan misschien verklaard worden, doordat deze allebei verwerkt kunnen worden. Deze dubbele verwerking zou een positief effect kunnen hebben op het leerproces. Dit gaat in tegen het redundantieprincipe van de cognitive load theorie, maar het past wel in de dual-processing hypothese.

In tegenstelling tot de cognitive load theorie zegt de dual-processing hypothese dat woorden, die in beide modaliteiten worden aangeboden, beter onthouden worden dan woorden die in één van de modaliteiten worden aangeboden (Broadbent, 1956). Deze dual-processing hypothese gaat ook uit van twee verschillende verwerkingskanalen voor auditieve en visuele stimuli en stelt dat de dubbele verwerking van de auditieve en visuele informatie beter is dan die van een enkele verwerking in één van de verwerkingskanalen. Dit zou dan een positief effect van het redundantie-effect op een leerproces kunnen verklaren.

Lewandowski en Kobus (1993) vonden ook bij een onderzoek, waarbij proefpersonen een beslissing moesten maken over de categorie van een woord, dat proefpersonen, die de woorden in en visuele en auditieve vorm gelijktijdig aangeboden kregen, meer woorden onthielden dan proefpersonen, die de woorden in of visuele of auditieve vorm aangeboden kregen.

Deze dual-processing theorie gaat op als de aangeboden tekst niet gepaard gaat met een gelijktijdig aangeboden animatie. Er is echter geen bewijs gevonden voor een positief effect van gelijktijdige beeldschermtekst en gesproken tekst in combinatie met een gelijktijdig aangeboden animatie (Mayer, Heiser & Lonn, 2001). In dit onderzoek gaat het wel om een animatie, dus kan er vanuit gegaan worden dat de aanwezigheid van gelijktijdige beeldschermtekst een negatief effect zal hebben op het leerproces. Dit zal zich uiten in de prestatie op de retentie en transfer.

Learner control

De tweede factor die centraal staat in dit onderzoek is learner control. Onder learner controlled instructiemateriaal worden instructieontwerpen verstaan, waar de lerende personen eigen beslissingen kunnen maken over een aspect van het verloop, de snelheid of de gebeurtenissen in de instructie (Williams, 1996). De term learner control is dus eigenlijk vrij breed en zal verder gespecificeerd moeten worden. In dit onderzoek houdt learner control in dat proefpersonen de mogelijkheid krijgen om op vaststaande punten tijdens een instructieve animatie te kiezen of ze een segment nog een keer willen bekijken of dat ze verder willen gaan naar een volgend segment. Dit geeft de proefpersoon dus controle over de snelheid van de animatie, maar ook over het verloop van de aangeboden informatie.

Over het algemeen wordt er aangegeven dat het beter is als een lerende persoon controle heeft over de snelheid van de animatie, in vergelijking met een extern opgelegde snelheid van de animatie (Sims & Hedberg, 1995). Belland, Taylor, Canelos, Dwyer en Baker (1985) zeggen echter dat het beter is als de snelheid van de animatie van buitenaf wordt opgelegd, zolang deze met mate is, omdat leerlingen zelf niet goed kunnen inschatten welke instructie ze nodig hebben en hoeveel instructie ze nodig hebben.

Er is dus enige onenigheid over de invloed van controle over de snelheid van een animatie. Gray (1988) zegt dan dat het wel of niet beter presteren door learner control, afhangt van de complexiteit van de vorm van de gepresenteerde informatie. Hoe meer keuzemogelijkheden een persoon heeft over het verloop en de snelheid van een leerproces, dus hoe complexer de keuzes, hoe groter de kans is dat de persoon zich geen raad weet met alle opties. Gray stelt dat het geven van te veel learner control een negatief effect heeft op het leerproces. Hoeveel learner control nou precies te veel is, laat Gray in het midden en zou per persoon kunnen verschillen.

Als we specifieker ingaan op de learner control, die gebruikt wordt in dit onderzoek, kunnen we een duidelijkere uitspraak doen over de invloed hiervan. In dit onderzoek zal het gaan om beslissingen over het verloop van het instructiemateriaal. Er wordt de keuze aangereikt om delen van de instructieve animatie te herhalen of om verder te gaan met een volgend deel van de animatie. Dit zou bevorderlijk zijn voor het leerproces, omdat de proefpersoon de mogelijkheid heeft om de instructie in delen te verwerken en dus de cognitive load laag te houden (Mayer & Chandler, 2001). In een onderzoek van Mayer en Chandler (2001) werd de proefpersonen alleen de mogelijkheid geboden om zelf aan te geven wanneer ze een fase verder wilden in een animatie die het ontstaan van bliksem uitlegde. Zij vonden dat proefpersonen, die in de conditie met learner control zaten, beter presteerden op transfer dan

proefpersonen, die in de conditie zaten zonder learner control. De learner control zou de cognitive load op het werkgeheugen reduceren, en daardoor de lerende persoon de mogelijkheid geven om een samenhangend mentaal model te vormen van het aangeboden proces. Het werkgeheugen zou, in het geval dat er geen learner control is, overbelast kunnen raken door de continue stroom aan woorden en beelden. En daardoor zou de lerende persoon niet in staat zijn om een goed mentaal model te vormen of om de nieuwe kennis te koppelen aan eerder vergaarde kennis. Met de mogelijkheid, om te wachten na iedere fase voordat er verder gegaan wordt naar de volgende fase, zal dit dan niet het geval zijn. En dus kan de informatie beter verwerkt worden in deze conditie.

In dit onderzoek is er ook de mogelijkheid om na ieder segment even te wachten en aan te geven wanneer er weer verder gegaan kan worden. Dit zal dus een positief effect hebben op het leerproces. Er is echter ook nog de mogelijkheid tot het herhalen van een segment gelijk na afloop van een segment. Als proefpersonen hier gebruik van maken en segmenten opnieuw bekijken, dan zal dit ook een positief effect hebben op het leerproces. De herhaalde aanbieding van de leerstof zorgt namelijk voor een betere verwerking (Atkinson & Shiffrin, 1968). Dit is dan echter niet het effect van learner control, maar het effect van herhaling. Dit wordt later nog iets uitgebreider besproken.

Interactie

In dit onderzoek gaat gekeken worden naar het effect van learner control op het redundantie-effect in een multimediale animatie. De verwachtingen vanuit de theorie zijn dat afzonderlijk het effect van learner control op het leerproces positief is en het effect van redundantie negatief. Maar het zou zo kunnen zijn dat learner control de oorzaken van het redundantie-effect wegneemt.

Het redundantie-effect treedt op, wanneer de maximum belasting is bereikt van de capaciteit van het visuele verwerkingkanaal van het werkgeheugen. De cognitieve belasting van de leerstof kan gereduceerd worden door de mogelijkheid om na ieder segment even te wachten. Dit onderbreekt de continue stroom aan informatie en geeft de lerende persoon even de tijd om alles op een rijtje te zetten, voordat hij verder gaat met de rest van het leermateriaal.

Doordat de cognitieve belasting gereduceerd is, zou het zo kunnen zijn dat de capaciteit van het verwerkingskanaal niet meer overbelast wordt. Hierdoor treedt dan het redundantie-effect niet meer op.

Een vorm van learner control, die herhaling mogelijk maakt, biedt ook de mogelijkheid om het split-attention effect te omzeilen door eerst naar de animatie te kijken en dan naar de tekst

te kijken en luisteren of andersom. Het effect van redundante informatie zou op eenzelfde manier ook omzeild kunnen worden. Er kan namelijk ook de tweede keer voor gekozen worden om de beeldschermtekst te negeren aangezien de proefpersoon heeft gemerkt dat dit dezelfde informatie biedt als de gesproken tekst. Ook dit kan weer andersom, dus dat de gesproken tekst genegeerd wordt de tweede keer. Het zou ook nog kunnen dat als de proefpersonen een deel een keer hebben gezien, dat ze dan de volgende keer niet meer zo hard op de animatie hoeven te letten. Er treedt dan geen split-attention effect meer op. Dit zou dus in beide gevallen het redundantie-effect opheffen.

Het zou echter ook zo kunnen zijn dat de proefpersoon iedere herhaling weer naar en de animatie en de beeldschermtekst kijkt en tegelijkertijd ook naar de gesproken tekst luistert. In dit geval blijft het split-attention effect optreden en zal de redundante tekst een negatief effect hebben op het leerproces (Mayer & Moreno, 2002).

Hypotheses

De verwachtingen zijn dat:

1. Als er geen learner control is, er een redundantie-effect zal optreden.
2. Learner control een positief effect heeft op het leerproces.

Als proefpersonen inderdaad een nieuwe strategie aannemen in het geval ze segmenten kunnen herhalen, of als de cognitieve belasting voldoende gereduceerd wordt door de controle over de start van ieder segment, dan zal learner control het negatieve effect van redundantie opheffen. De verwachting is dan:

3. Er is een interactie-effect tussen learner control en het redundantie-effect.

Deze hypothesen zijn getoetst in dit onderzoek. Er is een experiment opgezet waarbij proefpersonen een instructieve animatie aangeboden kregen. Er is gevarieerd in learner control en redundantie. Er is naar het leerresultaat gekeken als afhankelijke variabele. Daarnaast waren er twee variabelen om de aannames te controleren, tijd aan de taak en herhaling.

Controle variabelen

Tijd aan de taak

Er is nog een factor waar rekening gehouden mee dient te worden tijdens het onderzoek. Dit is de tijd die de proefpersonen besteden aan het leerproces. De proefpersonen in de learner

control groep hebben namelijk de mogelijkheid om langer over het leerproces te doen. Dit kan van invloed zijn op het leereffect. Daarom zal tijdens het onderzoek de leertijd bijgehouden worden. En er zal gekeken worden naar een verband tussen de tijd, die de proefpersoon aan de leertaak besteedt, en de het gemeten leereffect.

Herhaling

Dan is er nog een laatste factor, die sterk samenhangt met de tijd, maar waar apart rekening mee gehouden dient te worden. Dit is het aantal keer, dat een proefpersoon fases herhaalt tijdens de leertaak. Het is natuurlijk zo dat als een persoon vaker fases herhaalt, deze ook meer tijd zal besteden aan de leertaak. Toch kan een proefpersoon ook langer over de leertaak doen door steeds een pauze in te lassen, dus is er wel degelijk een verschil tussen de twee variabelen. Daarbij kan er een invloed op het leereffect zijn van het meerdere malen zien van de leerstof in vergelijking met het eenmalig zien van de leerstof. Dit is dan niet de invloed van learner control, maar van herhaling. De herinnering wordt namelijk versterkt door de herhaalde aanbieding van de leerstof (Atkinson & Shiffrin, 1968). Ook kan het zijn dat de proefpersonen, zoals gezegd, hun leerstrategie aanpassen. Wat ook een positief effect zal hebben op het leerproces. Daarom zal er ook gekeken worden naar het verband tussen het aantal herhalingen en de gemeten leereffecten. Zo kan er gekeken worden naar het pure effect van learner control rekening houdend met de factor herhaling. De herhaling kan immers ook geïmplementeerd worden zonder enige vorm van learner control en staat hier dus los van.

Methode

Proefpersonen

Aan het onderzoek hebben 60 proefpersonen deelgenomen. Het waren 30 mannen en 30 vrouwen, waarvan 39 geworven zijn bij de faculteit psychologie en de overigen allemaal andere universitaire studies volgden. De leeftijden liepen uiteen van 18 tot 33 met een gemiddelde van 21,6 jaar ($SD = 2,45$).

Het werven van de proefpersonen is gedaan met als beloning voor deelname een kans op 50.000 euro, in de vorm van een kraslot, of een half proefpersoonuur. Dit laatste alleen in het geval van psychologiestudenten. Ik heb proefpersonen proberen te werven door voor een collegezaal met studenten mijn onderzoek aan te prijzen en door middel van inschrijflijsten en posters ophangen op de campus. Ik heb ook nog inschrijflijsten laten rondgegaan in de werkgroepen van de eerstejaars psychologiestudenten.

Als een persoon zich dan aanmeldde voor het experiment werd voor het selecteren van geschikte proefpersonen een vraag gesteld om te kijken hoeveel voorkennis er bestond over het onderwerp van de animatie. De vraag luidde: “Heb je wel eens iets gehoord, gelezen of gezien over de hormoonhuishouding van de vrouw?”. Als het antwoord op deze vraag “Nee” was, dan konden de personen deelnemen aan het experiment. Als het antwoord op de vraag “Ja” was, dan kwam er een tweede vraag: “Hoeveel denk je daar nog van te weten?”. Alle antwoorden, die de indicatie gaven dat de personen er nog veel van wisten, werden door mij beoordeeld als reden om mensen deelname te weigeren aan het experiment. Alle antwoorden, die de indicatie gaven dat de personen er weinig meer van wisten, zorgden ervoor dat deze personen gewoon mee konden doen aan het experiment. De geselecteerde proefpersonen kwamen dan op afspraak langs om deel te nemen aan het onderzoek.

De studenten zijn willekeurig aan de verschillende condities toebedeeld met behulp van een muntje. Voor iedere proefpersoon is twee keer een muntje opgegooid. De eerste keer om te kijken of de proefpersoon een versie van de animatie zou krijgen met of zonder redundante tekst en de tweede keer om te kijken of de proefpersoon al dan niet een versie van de animatie zou krijgen met learner control. In beide worpen stond kop gelijk aan wel redundante tekst/learner control en munt stond dan dus gelijk aan geen redundante tekst/learner control. Om de verdelingen binnen de verschillende groepen gelijk te krijgen heb ik uiteindelijk alle groepen gevuld tot 15 proefpersonen. Ook heb ik geprobeerd het man-vrouwratio zo gelijk mogelijk te houden door de laatste 8 proefpersonen zelf in te delen.

Materialen

Stimulusmateriaal

Het stimulusmateriaal bestond uit een animatie over de menstruatiecyclus, die op een computer werd aangeboden (zie ook bijlage E). Deze animatie is geprogrammeerd in Macromedia Flash MX.

Het was de bedoeling van het experiment om de resultaten uit de onderzoeken van Mayer en Moreno (2002) na te bootsen met nieuw stimulusmateriaal. In de onderzoeken van Mayer en Moreno werd een instructieve animatie gebruikt, die het ontstaan van bliksem uitlegt. Het ontstaan van bliksem is een continu natuurkundig proces en dus geschikt om uit te leggen met een animatie. Bliksem is overigens een bekend fenomeen bij mensen, maar toch weten weinig personen hoe het nu precies ontstaat. Dit zorgt voor een intrinsieke motivatie om op te letten tijdens het zien van de animatie en dit geeft de proefpersonen ook de mogelijkheid om de nieuwe kennis aan eerder vergaarde kennis te koppelen. Zo kan er een goed mentaal model gemaakt worden door de proefpersonen.

Voor het huidige experiment was het belangrijk om een soortgelijke animatie te maken. Het is immers de bedoeling dat dezelfde effecten gevonden gaan worden. Er moest dus een continu proces gevonden worden over een fenomeen dat wel bekend is bij de proefpersonen, maar waarvan ze niet precies weten hoe het in elkaar zit. De keuze is gevallen op de menstruatiecyclus van de vrouw.

De menstruatiecyclus van de vrouw duurt ongeveer 28 dagen. Deze waren voor de animatie opgedeeld in 5 verschillende fases: dag 1 t/m 6, dag 7 t/m 10, dag 11 t/m 16, dag 17 t/m 22 en dag 23 t/m 28.

Figuur 1. *Screenshot fase 1.*

Figuur 1 is een screenshot uit fase 1. Deze fase beschrijft de eerste 6 dagen, waarin de eicel uitgroeit tot een follikel onder invloed van hormonen, het follikel stimulerend hormoon (FSH)

en het luteïniserend hormoon (LH). Je ziet in deze fase de eicel groeien en de hormonen het beeld in komen.

Figuur 2. *Screenshot fase 2.*

Figuur 2 is een screenshot uit fase 2. Deze beschrijft dag 7 t/m 10, waarin de eisprong plaatsvindt en daarna het gele lichaam wordt gevormd, terwijl de eicel via de eileider naar de baarmoeder verplaatst wordt. De eicel lost dan in de baarmoeder op. Je ziet in deze fase het follikel openspringen en de eicel via de eileider naar de baarmoeder gaan. Ook zie je het overgebleven follikel veranderen in het gele lichaam.

Figuur 3. *Screenshot fase 3.*

Figuur 3 is een screenshot afkomstig uit fase 3. Deze fase beschrijft dag 11 t/m 16, waarin het volgroeide gele lichaam progesteron begint aan te maken. Dit remt de FSH en LH en stimuleert het dikker worden van de baarmoederwand. Je ziet in deze fase dat het progesteron ontstaat. Dit zorgt ervoor dat de FSH en LH het beeld uit verdwijnen. Daarna zie je dat de progesteron naar de baarmoeder verplaatst en dat de baarmoederwand daardoor dikker wordt.

Figuur 4. *Screenshot fase 4.*

Figuur 4 is een screenshot uit fase 4. Deze fase beschrijft dag 17 t/m 22, waarin het gele lichaam afsterft door het ontbreken van FSH en LH. Dit zorgt op zijn beurt weer voor een afname in progesteron. In deze fase zie je dat het gele lichaam kleiner wordt en verschrompelt. Daarna wordt het witte lichaam gevormd en verdwijnt de progesteron uit het beeld.

Figuur 5. *Screenshot fase 5.*

Figuur 5 is een screenshot afkomstig uit fase 5. Deze fase beschrijft de laatste dagen van de menstruatiecyclus, waarin het baarmoederslijmvlies afsterft en wordt afgestoten. Je ziet in deze fase dat het baarmoederslijmvlies dunner wordt en daarna loslaat van de baarmoederwand om afgevoerd te worden. Ook zie je in deze fase dat er een nieuwe eicel ontstaat in de rechter eierstok.

In de verschillende condities bestond de animatie uit: een versie met learner control en met geschreven en gesproken tekst (de learner control/redundantie versie), een versie met learner control en alleen gesproken tekst (de learner control versie), een versie zonder learner

control met geschreven en gesproken tekst (de redundantie versie) en een versie zonder learner control met alleen gesproken tekst (de ‘gewone’ versie).

Alle versies bestonden uit een instructietekst (zie bijlage F), waarna een inleidend filmpje volgde met uitleg van de hoofdelementen van de instructieve animatie. Er werd hier uitgelegd welke organen er centraal stonden in de animatie en waar deze zich bevonden. Ook werd verteld hoeveel dagen de menstruatiecyclus in totaal besloeg. Hierna begon de animatie opgedeeld in vijf fases. De versies met learner control gaven de keuze tussen een fase te herhalen of verder gaan naar de volgende fase. Na iedere fase verschenen er twee knoppen op het scherm, ‘herhaal’ en ‘verder’, zoals te zien in figuur 1 en 3. Er kon met behulp van de muis één van deze twee opties geselecteerd worden. De versies zonder learner control speelden de vijf fases achtereenvolgens af. De cursor van de muis was overigens alleen zichtbaar op het moment dat er een keuze gemaakt diende te worden. Gedurende de rest van de animatie was de cursor van de muis onzichtbaar om onnodige afleiding te voorkomen.

De animatie duurde in totaal 315 seconden, maar proefpersonen met learner control konden er dus langer over doen. Dit is overigens een stuk langer dan de animatie van Mayer en Chandler (2001) over bliksem. Die duurde ‘slechts’ 140 seconden. In de cognitive load theorie was geen reden te vinden, waarom de totale lengte van de animatie uit zou maken voor het optreden van de effecten van redundantie en learner control.

Meetmateriaal

Afhankelijke variabelen

Het leereffect van het stimulusmateriaal is gemeten met twee afhankelijke variabelen, retentie en transfer. De retentie werd gemeten om een indicatie te geven van hoeveel informatie de proefpersonen kunnen reproduceren direct na het zien van de animatie. Dit werd gemeten met een vragenlijst (zie bijlage A), die ik voorafgaand aan het experiment heb getest op 14 proefpersonen. Deze vragenlijst bestond uit 28 vragen, maar er zijn 10 vragen geschrapt, waardoor de Cronbach’s alpha .83 bedroeg. Tijdens het experiment werden dus 18 retentievragen gesteld op papier. Dit waren open vragen met een nauwe antwoordmogelijkheid. Voorbeelden hiervan zijn “Hoeveel dagen duurt de menstruatiecyclus?”, “Waardoor sterft het gele lichaam?” en “Waardoor stopt de productie van FSH en LH?”. De eindscore op de retentievragenlijst was een optelsom van het aantal goed beantwoorde vragen.

De transfer werd ook gemeten om te kijken of er ook een kloppend schema was gevormd door de proefpersonen van het hele proces van de menstruatiecyclus. Dit werd gemeten met een

vragenlijst (zie bijlage C), die van te voren was getest met 14 proefpersonen. De vragenlijst bestond uit 8 vragen, maar er zijn 3 vragen geschrapt, waarna de Cronbach's alpha .83 bedroeg. Tijdens het experiment werden de proefpersonen dus 5 transfervragen voorgelegd op papier. Dit waren gewone open vragen. Een voorbeeld hiervan is "Wanneer het gele lichaam niet verdwijnt, wordt dit een persisterende follikel genoemd. Waarom blijft de menstruatie dan uit?". De eindscore van de transfervragenlijst was een optelsom van het gehaalde aantal punten voor iedere vraag. Het aantal punten per vraag kon 0, ½ of 1 zijn.

De retentie en transfer werden afzonderlijk gemeten. Dit werd gedaan, omdat het twee verschillende aspecten van het leerproces zijn (Miller, 1956). Learner control en het redundantie-effect hebben volgens de cognitive load theorie vooral invloed op de grondige verwerking van informatie-eenheden. Dus in de transfermeting worden de grootste verschillen verwacht. Toch zou het ook goed kunnen zijn dat de verschillen ook te zien zijn in de retentiescores, aangezien het opslaan van feiten ook beperkt wordt door de werkgeheugencapaciteit.

Controle variabelen

Er werd tijdens het experiment in de learner controle condities ook bijgehouden hoe vaak de proefpersonen een fase herhaalden. Ook werd bijgehouden hoeveel seconden ze in het totaal deden over het bekijken van de animatie. Beide variabelen werden gelogd op een internetpagina. De gegevens die werden opgeslagen waren de tijdstippen van het klikken op de verschillende knoppen in de animatie. Dit loggen gebeurde volledig automatisch en was in de animatie verwerkt.

Apparatuur

De apparatuur die gebruikt is, zijn verschillende Dell personal computers met een 17 inch beeldscherm en muis. Er moest altijd een connectie met internet zijn, omdat de tijd en herhalingsgegevens online werden gelogd op een website. Voor het geluid hadden de proefpersonen ook een koptelefoon op die het gehele oor afdekte. De vragenlijsten en antwoordvellen werden aangeboden op papier.

De computers stonden ieder in een afgescheiden ruimte met een dichte deur.

Procedure

Experimenteel design

Er zijn in het onderzoek 2 factoren: controle en redundantie. Daarom is er een 2 x 2 factordesign gebruikt. Dit levert 4 groepen op in totaal: een groep met learner control met een animatie met geschreven en gesproken tekst (de learner control/redundantie groep), een groep met learner control en een animatie met alleen gesproken tekst (de learner control groep), een groep zonder learner control met een animatie met geschreven en gesproken tekst (de redundantie groep) en een groep zonder learner control met een animatie met alleen gesproken tekst (de 'gewone' groep).

In iedere groep zaten 15 proefpersonen. Er is geprobeerd om in iedere groep hetzelfde ratio mannen en vrouwen te hebben. Daarbij is van iedere proefpersoon de leeftijd genoteerd en welke studie hij of zij volgde op het moment van het experiment.

Van iedere proefpersoon is tijdens het experiment een retentie- en transferscore verkregen, evenals een aantal herhalingen en de tijd aan de taak. Er was voor de condities zonder learner control uiteraard geen data over het aantal herhalingen en de tijd aan de taak was voor iedere proefpersoon hetzelfde.

Procedure

De proefpersonen werden op afspraak ontvangen en naar de experimentruimte geleid. Daar vertelde ik ze dat ze konden gaan zitten. Daarna gaf ik aan dat ze de tekst op het beeldscherm moesten lezen en niet moesten vergeten de koptelefoon op te zetten. Ik legde uit dat ik op de gang zou zijn en dat ze mij moesten komen halen op het moment dat er "roep de proefleider" in hun beeld stond. Als laatste vroeg ik of er nog vragen waren en daarna verliet ik de experimentruimte. De proefpersonen hadden op dat moment voorafgaande aan het conditiegebonden materiaal een instructie op hun beeldscherm, waarin werd uitgelegd dat ze een animatie te zien kregen en dat ze daar achteraf vragen over kregen. In de twee learner control condities stond er bij dat ze de mogelijkheid hadden om fases te herhalen of niet en in de twee condities zonder learner control stond er dat de fases achtereenvolgens getoond zouden worden. Na een klik op de muis van de proefpersoon volgde dan de animatie. Als de proefpersoon klaar was met het bekijken van het materiaal gaf ik hen de retentievragenlijst met een apart vel waarop ze hun antwoorden dienden in te vullen. Als deze was ingevuld, werd de retentievragenlijst ingenomen en vervolgens werd de transferlijst aangeboden en de antwoorden hierop moesten ze op hetzelfde antwoordenvel invullen als waarop ze de

antwoorden hadden ingevuld van de retentievragenlijst. De retentievragenlijst werd ingenomen, zodat de proefpersonen niet terug konden gaan naar eerdere vragen om deze alsnog te beantwoorden, nadat er informatie gegeven werd in de transfervragenlijst. Als de transfervragenlijst ook volledig was ingevuld, werd de proefpersoon bedankt voor de deelname aan het experiment en er werd of een kraslot overhandigd of een proefpersoonuur uitgeschreven.

Dataverwerking

Achteraf werden alle vragenlijsten gescoord. Op de retentievragenlijst waren 18 punten te verdienen. Iedere vraag werd aan de hand van een antwoordsleutel (zie bijlage B) goed of fout gerekend door mij en voor ieder goed antwoord werd 1 punt toegekend. De antwoorden moesten dezelfde begrippen bevatten in de juiste spelling als van te voren was bepaald in de antwoordsleutel. Op de transferlijst waren 5 punten te verdienen. Aan ieder antwoord werd aan de hand van een antwoordsleutel (zie bijlage D) 0, ½ of 1 punt toegekend door mij. Ook hier moesten de antwoorden overeenkomen met de antwoordsleutel wat betreft begrippen en de spelling hiervan. Hier was het echter ook van belang dat dezelfde redeneringen waren terug te vinden in de antwoorden als in de antwoordsleutel.

De scores werden ingevoerd in een SPSS-datafile. Hierna heb ik eerst gekeken of de vragenlijsten nog steeds wel betrouwbaar waren. De nieuwe Cronbach's alpha's voor de retentievragenlijst en de transfervragenlijst waren respectievelijk .64 en .41. Dit is een sterke daling ten opzichte van de Cronbach's alpha's, die voorafgaand aan het experiment berekend waren. Dit heb ik meegenomen in de discussie van de resultaten van het experiment.

Na het scoren van de vragenlijsten, zijn 20 willekeurige retentievragenlijsten en 20 bijbehorende transfervragenlijsten door een andere beoordelaar gescoord. Hierna is een interbeoordelaarscorrelatie berekend van .98 voor de retentievragenlijst en .89 voor de transfervragenlijst.

Daarna heb ik de normaal verdeling van de verschillende groepen gecheckt en gekeken of de variantie binnen de groepen gelijk was. Vervolgens heb ik twee ANOVA's gedaan met de retentiescore en de transferscore als afhankelijke variabele. De fixed factoren waren de controle en de redundantie.

Als laatste heb ik nog de correlaties getoetst tussen het aantal herhalingen en de scores op de vragenlijsten en de tijd aan de taak en de scores op de vragenlijsten. En ik heb een independent samples t-test gedaan om te kijken of er een significant verschil was tussen de tijd aan de taak voor proefpersonen in de conditie met learner control en proefpersonen in de

conditie zonder learner control. Om er voor te zorgen dat het zuiver de extra tijd werd vergeleken, is de tijd van de animatie, met of zonder herhalingen, van de tijd aan de taak afgetrokken.

Voor alle toetsen, die zijn uitgevoerd op de resultaten, is een alpha van .05 gebruikt

Resultaten

Er waren in totaal 4 condities met ieder een score op de retentietest en een score op de transfertest. In Tabel 1 staan de gemiddelde scores, standaard deviaties en minimum en maximum scores voor iedere conditie op de retentie en transfer.

<i>Conditie</i>	met learner control		zonder learner control	
	met redundantie	zonder redundantie	met redundantie	zonder redundantie
Retentie <i>M</i>	13.4	13.3	11.3	12.1
<i>SD</i>	1.68	2.37	4.00	2.31
<i>Min</i>	9	10	2	8
<i>Max</i>	17	16	16	16
Transfer <i>M</i>	2.2	2.4	2.0	2.5
<i>SD</i>	0.92	1.11	1.07	1.15
<i>Min</i>	0.0	1.0	0.0	0.0
<i>Max</i>	4.0	4.5	4.0	4.5

Tabel 1. *Gemiddeld aantal vragen goed op de retentie- en transfervragenlijst per conditie (N= 15).*

Na het uitvoeren van een ANOVA met als afhankelijke variabele de score op de retentievragenlijst is er geen hoofdeffect gevonden voor redundantie, $F(1, 56) = .38, p > .05$. Proefpersonen in de condities met gelijktijdig aangeboden beeldschermtekst presteerden op de retentie dus niet significant verschillend van proefpersonen in de condities zonder gelijktijdig aangeboden beeldschermtekst. Ook is er geen interactie-effect gevonden tussen redundantie en learner control, $F(1, 56) = .18, p > .05$. Het redundantie-effect was op de retentie niet significant minder aanwezig bij de condities met learner control in vergelijking met de condities zonder learner control.

Er waren wel significante verschillen voor de gemeten retentiescore op factor controle, $F(1, 56) = 3,21, p = .02$. De proefpersonen die learner control hadden ($M = 13.33, SD = 2.02$) scoorden hoger dan de proefpersonen die geen learner control hadden ($M = 11,7, SD = 3.22$).

Na het uitvoeren van een ANOVA met als afhankelijke variabele de score op de transferlijst is er geen hoofdeffect gevonden voor redundantie, $F(1, 56) = .3, p > .05$, of learner control, $F(1, 56) = .03, p > .05$. Proefpersonen in de condities met gelijktijdig aangeboden beeldschermtekst presteerden op de transfer dus niet significant verschillend van proefpersonen in de condities zonder gelijktijdig aangeboden beeldschermtekst. En proefpersonen in de condities met learner control presteerden op de transfer dus niet significant verschillend van de proefpersonen in de condities zonder learner control. Ook is er geen interactie-effect gevonden tussen deze twee variabelen, $F(1, 56) = 1.62, p = .21$. Het redundantie-effect was niet significant minder aanwezig op de transfer bij de condities met learner control in vergelijking met de condities zonder learner control.

In tabel 2 staan de frequenties van het aantal herhalingen in de condities met learner control.

Aantal herhalingen	Aantal proefpersonen
0	20
1	7
2	2
4	1

Tabel 2. *Frequenties van de factor 'herhaling' (N= 30).*

De gemiddelden en standaarddeviaties van de controle variabelen 'herhaling' en 'tijd aan de taak' voor de learner control condities zijn weergegeven in tabel 3. De 'tijd aan de taak' is de totale tijd, die de animatie heeft geduurd van begin tot eind, in seconden min de tijd van de animatie en de herhalingen. Dit is dus puur de tijd die proefpersonen in de conditie met learner control meer hebben gehad buiten het kijken naar de animatie.

<i>Controle variabele</i>	herhaling(fases herhaald)	tijd aan de taak(seconden)
<i>M</i>	.5	21.1
<i>SD</i>	.9	12.7

Tabel 3. *Gemiddelden en standaarddeviaties van de controle variabelen 'herhaling' en 'tijd aan de taak' (N= 30).*

Na het uitvoeren van een independent samples t-test, bleek er een significant verschil op de 'tijd aan de taak' tussen de condities met en zonder learner control, $F = 49.03, p < .00$.

Er is ook nog gekeken of er een correlatie was tussen de controlevariabele 'tijd aan de taak' en de score op de retentievragenlijst en de transfervragenlijst voor alleen de learner control-condities. Dit is gedaan, omdat de 'tijd aan de taak' niet varieerde in de andere condities. De correlatie tussen 'tijd aan de taak' en de retentiescore was .04 ($p > .05$) en tussen 'tijd aan de taak' en de transferscore was dit .18 ($p > .05$).

Hetzelfde is ook nog gedaan voor de factor 'herhaling' en de score op de retentievragenlijst en de transfervragenlijst. Ook dit kon alleen gedaan worden voor de learner control-condities, omdat daar alleen gekozen kon worden voor de herhaling van een fase. De correlatie tussen 'herhaling' en de retentiescore was .08 ($p > .05$) en tussen 'herhaling' en de transferscore .15 ($p > .05$).

Discussie

Om de resultaten van het onderzoek te beschouwen kijken we eerst naar de hypothesen, die voorafgaand aan het experiment opgesteld waren. Dan zal gekeken worden naar eventuele verbeterpunten voor dit onderzoek en gezocht worden naar verklaringen voor de gevonden resultaten. Daarna zal de onderliggende theorie kritisch besproken worden. Ook zullen er voorstellen gedaan worden voor vervolgonderzoek.

Hypothesen

Om te beginnen onderbouwen de resultaten de eerste hypothese niet. Er is geen effect van redundantie in de resultaten gevonden. Proefpersonen in de redundantiecondities presteerden niet slechter dan de proefpersonen in de twee condities zonder redundantie. Dit gold voor de retentie en transfer. Dit hangt samen met dat ook de derde hypothese niet onderbouwd wordt. Er is geen bewijs voor een interactie-effect tussen redundantie en learner control gevonden, maar dit kan komen doordat het redundantie-effect niet gevonden is. Het was overigens wel zo dat de proefpersonen in de condities zonder learner control slechter presteerden met redundantie dan zonder redundantie op de retentie en transfer. Dit was niet het geval voor de proefpersonen in de condities met learner control. De verschillen in scores waren echter niet significant.

De tweede hypothese wordt wel onderbouwt. Er is in de resultaten wel een significant positief effect van learner control gevonden. De proefpersonen in de learner control condities presteerden dus wel significant beter dan de proefpersonen in de condities zonder learner control. Dit effect is echter alleen gevonden bij de scores op de retentietest en niet bij de scores van de transfertest.

Verbeterpunten en verklaringen

Eigenlijk is het vrij logisch dat er geen interactie-effect te vinden is tussen redundantie en learner control aangezien er geen redundantie-effect te vinden is in de resultaten. Dus kunnen hier weinig conclusies uit getrokken worden wat betreft het wel of niet bestaan van het interactie-effect. Er zullen daarom vervolgstudies naar gedaan moeten worden. In deze vervolgstudies moet dan wel het redundantie-effect gevonden worden.

Dat er geen redundantie-effect gevonden is, is moeilijker te verklaren. Het kan namelijk aan meerdere dingen liggen. Als eerste zou het instructiemateriaal misschien te veel afwijken van dat van Mayer & Chandler (2001). De tijdsduur van de animatie is bijvoorbeeld behoorlijk verschillend. De animatie van Mayer en Chandler over bliksem duurde 140 seconden en de animatie over de menstruatiecyclus duurt met 315 seconden meer dan twee keer zo lang. Dat in de resultaten van dit onderzoek geen redundantie-effect te vinden is, kan te maken hebben met dit verschil. In welke mate dit verschil invloed heeft gehad is echter onduidelijk. Het is namelijk moeilijk om te bepalen hoe de hoeveelheden informatie die worden aangeboden in beide animaties zich met elkaar verhouden. Het zou zo kunnen zijn dat er evenveel informatie gegeven wordt, maar dus in meer dan twee keer zoveel tijd in dit onderzoek. Dit zou dan dus kunnen verklaren waarom de proefpersonen geen last hebben van een interferentie tussen de beeldschermtekst en het volgen van de animatie. Door het lagere tempo van de aanbieder van de informatie wordt het voor de lerende personen makkelijker om en de tekst en de animatie te volgen. De verhoudingen van informatie-intensiteit kunnen uiteraard ook heel anders zijn, maar hier zijn geen onderbouwde uitspraken over te doen.

Het kan echter ook zijn, dat de informatie niet complex genoeg is. Mayer & Chandler (2001) zeggen dat de interferentie van de animatie met de tekst optreedt als het werkgeheugen te overbelast is om een mentaal model te vormen of om de nieuwe kennis te koppelen aan eerder vergaarde kennis. Het zou dus kunnen zijn, dat het mentale model van de menstruatiecyclus niet complex genoeg is. Dan kan het dus ook zo zijn, dat er of weinig nieuwe kennis gekoppeld hoeft te worden aan eerder vergaarde kennis of dat het hier om makkelijkere koppelingen gaat dan in het geval van de bliksemanimatie van Mayer en Chandler. Deze koppelingen en het mentale model zouden overigens vooral van belang zijn voor het begrip van het proces en minder voor de retentie van de getoonde informatie.

Als tweede oorzaak voor het niet vinden van het redundantie-effect kan er ook een probleem zijn met de voorkennistest. Er wordt hier alleen gevraagd naar kennis over de hormoonhuishouding van de vrouw. Het zou kunnen zijn, dat de ondervraagde personen niet zo snel een link tussen de hormoonhuishouding van de vrouw en de menstruatiecyclus van de vrouw kunnen leggen. In dat geval zou het kunnen, dat een persoon wel veel weet van de menstruatiecyclus, maar dit niet aangeeft door verwarring over de betekenis van het woord 'hormoonhuishouding'. Als dit het geval is, dan kan de voorkennis van de verschillende proefpersonen sterk onderling hebben verschild. En de variantie binnen de condities was in dit

onderzoek ook vrij hoog. Hierdoor zal er dan veel ruis in de resultaten zijn ontstaan. En zelfs als de voorkennis onderling niet sterk heeft verschild, dan nog kan de voorkennis wel te groot zijn geweest. Hierdoor komt het zojuist aangehaalde probleem van dat de leerstof niet complex genoeg is weer terug. Het kan dan namelijk weer zo zijn, dat er minder nieuwe kennis verwerkt hoeft te worden en minder nieuwe kennis gekoppeld hoeft te worden aan eerder vergaarde kennis. Er kan ook al een goed mentaal model aanwezig zijn geweest bij de proefpersonen, waardoor deze ook niet meer aangemaakt hoefde te worden tijdens het bekijken van de animatie.

Het was misschien beter geweest om de voorkennistest van te voren te testen. Bijvoorbeeld door aan willekeurige mensen eerst de vraag te stellen over de hormoonhuishouding van de vrouw en daarna daadwerkelijk te vragen naar hun kennis over de menstruatiecyclus. Op die manier kan ook een schatting gemaakt worden van de variatie in voorkennis onder de geteste populatie.

Als derde reden voor het niet vinden van het redundantie-effect zijn er dan de vragenlijsten waar ook het een en ander mis aan kan zijn. Om te beginnen kan het zijn, dat ze niet betrouwbaar genoeg zijn. In dit geval is er niets te concluderen uit de resultaten. De interitemcorrelatie van beide vragenlijsten waren ook behoorlijk naar beneden gegaan in vergelijking met de eerdere tests. Dit zou kunnen komen, doordat de gebruikte steekproef in het experiment meer homogeen was dan tijdens de eerdere test. De personen, die hebben meegewerkt aan de eerdere test van de vragenlijsten, waren wat betreft leeftijd en studie gevarieerder. Ook was de eerdere steekproef een stuk kleiner waardoor de betrouwbaarheid van de vragenlijsten verkeerd geschat zou kunnen zijn.

Het zou ook kunnen zijn, dat de vragenlijsten niet valide genoeg zijn en dat ze dus niet het leereffect meten, maar bijvoorbeeld de variatie in voorkennis of interesse bij de proefpersonen. Daarbij is er niet gekeken naar het invullen van de vragenlijsten zonder de animatie te bekijken. Het zou eventueel zo kunnen zijn, dat er helemaal niets is opgestoken van het instructiemateriaal en dat de proefpersonen de vragenlijsten op dezelfde wijze zouden invullen als ze dezelfde tijd alleen in de experimentruimte zouden zitten zonder het materiaal te bekijken. Dit lijkt alleen wel erg onwaarschijnlijk als er gekeken wordt naar de inhoud van de vragenlijst. De vragen zijn namelijk vrij specifiek en moeilijk te begrijpen, laat staan beantwoorden, zonder het zien van de animatie. Dit had wel getest kunnen worden bij een aantal proefpersonen om een beter beeld te krijgen hiervan.

Wat waarschijnlijker is, is dat er gewoon helemaal geen informatie uit de animatie gehaald hoefde te worden. De vragen in vooral de retentievragenlijst gaan hoofdzakelijk over feiten die letterlijk zijn terug te vinden in de gesproken of geschreven tekst. En misschien is er dus wel een redundantie-effect opgetreden met betrekking tot het volgen van de animatie, maar wordt hier niet naar gevraagd in de vragenlijsten. Hierdoor zou het ook nooit terug te vinden zijn in de resultaten. Want hoe goed of slecht je de animatie hebt gezien, zal weinig invloed hebben op het onthouden van de feiten uit de tekst. Dit zou getest kunnen worden door de huidige resultaten te vergelijken met proefpersonen die dezelfde tests maken na het zien van alleen de tekst zonder de animatie. Dan kan het dus blijken te zijn, dat de vragenlijsten wel een leereffect meten, maar dat ze alleen meten wat geleerd is van de tekst en niet wat geleerd is van de animatie.

De scores op de transfer kunnen ook nog iets anders weergeven dan het begrip van de leerstof. Misschien wordt er hier alleen het redeneringsvermogen van de persoon gemeten, wat dus ook weer losstaat van het wel of niet goed gekeken hebben naar de animatie. Er is hierover op het moment nog geen onderbouwde uitspraak te doen.

Het verwachte effect van learner control is alleen gevonden op bij de retentiescores en niet op de transferscores. Dit zou zeggen dat het controle hebben over het verloop van de animatie alleen een positief effect heeft op het onthouden van informatie uit het instructiemateriaal en dus niet op het begrip van de aangeboden leerstof. Dit kan echter heel goed komen door de eerder voorgestelde problemen met de transfermeting. Het positieve effect van learner control op de transferlijst zoals ook al aangegeven was in hypothese 2, is dan zeker nog steeds te verwachten. De verwachtingen over learner control zijn immers deels wel bevestigd. Nu was er wel een significant verschil op de 'tijd aan de taak' tussen de condities met en zonder learner control. Dit gemiddelde verschil was echter slechts 21.1 seconden. De proefpersonen in de condities met learner control moesten tot 6 keer toe op de muis klikken om verder te gaan. Dus per keer, dat ze de muis moesten pakken en het pijltje moesten brengen naar de knop om verder te gaan of om te herhalen, hebben ze gemiddeld 3.5 seconden gebruikt. En in die tijd moesten ze ook nog eens beslissen of ze de fase wel of niet nog een keer wilde zien. Het is dus niet waarschijnlijk de 'tijd aan de taak' voor het verschil in leereffect heeft gezorgd. Aangezien deze extra tijd nodig was om met de muis een keuze te maken en dus waarschijnlijk niet gebruikt kon worden voor het leerproces op welke manier dan ook.

Er bleek overigens ook geen verband tussen de 'tijd aan de taak' en de retentie en transfer. Het is dus niet zo dat proefpersonen, die langer over de animatie hebben gedaan, hogere scores hebben dan proefpersonen, die er korter over gedaan hebben.

Het positieve effect van learner control lijkt ook niet voort te komen uit het aantal herhalingen dat proefpersonen hebben gebruikt. Tweederde van de proefpersonen in de condities met learner control heeft immers geen gebruik gemaakt van de mogelijkheid om een fase te herhalen.

Er bleek overigens ook geen verband tussen het aantal 'herhalingen van fases' en de retentie en transfer. Het is dus niet zo dat de proefpersonen, die geen herhalingen hebben gebruikt ook lagere scores hebben gehaald dan de proefpersonen, die wel één of meer herhalingen hebben gebruikt.

Waarschijnlijk zorgt het kiezen voor herhaling of verder gaan naar een volgende fase voor een meer betrokken leerproces van de proefpersoon. Dit kan zijn doordat deze na iedere fase weer de muis ter hand moet nemen en een interactie aangaat met de leerstof. Het kan ook zijn dat het even een moment van rust is voordat de proefpersonen aangeven weer verder te gaan. En dat als ze de animatie weer starten ze ook weer volledig geconcentreerd de nieuwe fase bekijken. De keuzemomenten zorgen waarschijnlijk ook voor een grotere scheiding tussen de verschillende fases. Dit kan het in segmenten verwerken van de menstruatiecyclus bevorderd hebben. De cognitieve belasting wordt daardoor gereduceerd.

Dat het effect van learner control niet gevonden is op de transfer kan samenhangen met de reden, waarom er geen redundantie-effect is gevonden. Mayer en Chandler (2001) stelden namelijk dat de learner control een positief effect had op de transfer van de leerstof, doordat deze de lerende persoon de mogelijkheid gaf om de cognitive load te reduceren. Deze verlaagde cognitive load was volgens hen nodig om een goed mentaal model te maken en of de nieuwe kennis te koppelen aan eerder vergaarde kennis. Zoals ik zojuist ook al opmerkte, als reden van het ontbreken van het redundantie-effect, kan het zo zijn, dat de leerstof niet complex genoeg is. In dit geval was het werkgeheugen al niet volledig belast en zal het reduceren van de cognitieve belasting dus niet leiden tot een beter begrip van de leerstof.

Kritiek op de theorie

Aan de eerdere theorieën over het redundantie-effect ontbreekt overigens wel een uitspraak over hoe belastend het instructiemateriaal moet zijn, voordat het redundantie-effect optreedt. Het kan dus zijn, dat het redundantie effect, dat gevonden is door Mayer en Chandler (2001)

met hun animatie over bliksem, een stuk minder generaliseerbaar is dan gedacht. In het geval van dit onderzoek wordt namelijk een gelijksoortige animatie gebruikt met dezelfde kenmerken, die nodig zijn om het redundantie-effect te vinden. Toch wordt het effect niet gevonden. En het kan dus zijn dat het effect in veel gevallen niet tot uiting komt.

Tot waar de generaliseerbaarheid wel opgaat is niet duidelijk. Er zijn meerdere verschillen tussen de animatie van Mayer en Chandler en de animatie in dit onderzoek aan te wijzen. Kenmerken, die verschillen, zijn onder andere het onderwerp, de tijdsduur en de gebruikte taal. Het kan dus zijn, dat het redundantie-effect alleen optreedt bij instructieve animaties over bliksem van 140 seconden in het engels. Dit kan echter aan de hand van de huidige onderzoeken niet bepaald worden.

Het is ook nog aannemelijk dat het redundantie-effect in verschillende mate optreedt bij verschillende mate van werkgeheugenbelasting. Het lijkt er dan op dat het in de sommige gevallen verwaarloosbaar is.

Als uit wordt gegaan van een beperkte generaliseerbaarheid van het redundantie-effect, zal minder rekening gehouden hoeven worden met dit effect bij het ontwerpen van instructiemateriaal.

In tegenstelling tot wat er verwacht werd aan de hand van de theorie, is het effect van learner control wel gevonden op de retentie, maar niet op de transfer. Misschien zorgt de keuze na iedere fase kan er wel voor, dat de proefpersonen in de learner control-conditie iedere fase wel geconcentreerder en/of meer betrokken beginnen, maar dat dit geen effect heeft op het totale begrip van het gehele proces, dat wordt aangeboden. Het kan zelfs zo zijn dat het positieve effect van de extra concentratie en/of betrokkenheid wordt gecompenseerd door het feit dat de proefpersonen in de condities met learner control de animatie meer in fases opnemen in vergelijking met de condities zonder learner control. Het is aannemelijk dat, door de meer nadrukkelijke scheiding tussen fases, de learner control-proefpersonen minder goed verbanden kunnen leggen tussen de verschillende fases en dus minder begrip hebben van het gehele aangeboden proces.

Vervolgonderzoek

Om in een vervolgonderzoek te zorgen dat het redundantie-effect wel gevonden wordt, zou het materiaal in aangepaste vorm aangeboden moeten worden. Dit zou bijvoorbeeld kunnen door de tijd in te korten en de informatie in een hoger tempo aan te bieden. Als de tekst

sneller voorbij zou komen en de gebeurtenissen in de animatie elkaar sneller op zouden volgen, dan zal het moeilijker zijn om beide tegelijkertijd te volgen.

De leerstof zelf kan in een vervolgonderzoek ook aangepast worden om toch een redundantie-effect te kunnen vinden. Door meer details toe te voegen aan het proces van de menstruatiecyclus, kan de stof complexer gemaakt worden.

Om het redundantie-effect wel te vinden in een vervolgonderzoek, zouden ook de vragenlijsten aangepast kunnen worden door vragen toe te voegen, die alleen beantwoord kunnen worden met informatie die in de animatie is gegeven. Het zou ook helpen als de vragenlijsten aangepast zouden worden, zodat de betrouwbaarheid groter wordt.

Het lijkt erop dat er aanpassingen gedaan moeten worden aan het instructiemateriaal en/of aan de testmiddelen. Zodat er in een vervolgonderzoek wel een redundantie-effect gevonden kan worden en daarna dus gekeken kan worden naar een interactie-effect tussen redundantie en learner control. Het zou ook mogelijk zijn om terug te grijpen naar het materiaal dat Mayer & Chandler (2001) hebben gebruikt. Ditzelfde onderzoek zou dan kunnen worden uitgevoerd en naar alle waarschijnlijkheid zal dan het redundantie-effect wel weer optreden. Met de in dit onderzoek gebruikte vorm van learner control kan er dan wel weer worden gekeken naar het interactie-effect tussen redundantie en learner control.

Het is overigens ook nog niet helemaal duidelijk onder welke omstandigheden het redundantie-effect wel optreedt en onder welke omstandigheden niet. Er zal nog veel meer onderzoek naar het effect gedaan moeten worden met meer verschillende instructiematerialen, zodat de generaliseerbaarheid groter wordt. Er kan dan ook een duidelijker beeld gevormd worden van hoe het redundantie-effect nou precies werkt en wat de oorzaken ervan zijn. Dit zou nuttig zijn voor betere richtlijnen voor het ontwerpen van instructieve animaties.

Relevantie

Dit onderzoek heeft in ieder geval het positieve effect van learner control bevestigd. Ook heeft het laten zien dat het redundantie-effect minder generaliseerbaar is dan van te voren verwacht was. Als laatste geeft dit onderzoek ook voldoende aanleiding tot vervolgstudies om toch een duidelijk beeld te krijgen van het interactie-effect tussen redundantie en learner control.

Literatuur

Atkinson, R., & Shiffrin, R. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. Spence & J. Spence (Eds.). *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory (Vol. 2)*. New York: Academic Press.

Belland, J. C., Taylor, W. D., Canelos, J., Dwyer, F., & Baker, P. (1985). Is the self-paced instructional program, via microcomputer-based instruction, the most effective method of addressing individual learning differences. *Educational Communications and Technology Journal*, 33(3), 185-198.

Broadbent, D. E. (1956). Successive responses to simultaneous stimuli. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 8, 145-152.

Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognitive Instruction*, 8(4), 293-332.

Gray, S. H. (1988). Sequence control menus and CAI: A follow-up study. *Journal of Computer-based Instruction*, 15(2), 57-60.

Lewandowski, L. J., & Kobus, D. A. (1993). The effects of redundancy in bimodal word processing. *Human Performance*, 2, 73-84.

Mayer, R. E., Bove, W., Bryman, A., Mars, R., & Tapangco, L. (1996). When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science textbook lessons. *Journal of Educational Psychology*, 88(1), 64-73.

Mayer, R. E., & Chandler, P. (2001). When learning is just a click away: Does simple user interaction foster deeper understanding of multimedia messages? *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 390-397.

Mayer, R. E., Heiser, J., & Lonn, S. (2001). Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. *Journal of Educational Psychology, 93*(1), 187-198.

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction, 12*, 107-119.

Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist, 38*(1), 43-52.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits for our capacity for processing information. *Psychology Review, 63*, 81-97.

Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Verbal redundancy in multimedia learning: When reading helps listening. *Journal of Educational Psychology, 94*(1), 156-163.

Sims, R., & Hedberg, J. (1995) Dimensions of learner control: A reappraisal for interactive multimedia instruction. In J. Lee (Ed.), *First international workshop on intelligence and multimodality in multimedia interfaces: Research and applications*. Human communication research centre. University of Edinburgh, Scotland.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review, 10*(3), 251-297.

Tindall-Ford, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1997). When two sensory modes are better than one. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 3*(4), 257-287.

Tversky, B., Bauer Morrison, J., & Betrancourt, M. (2002) Animation: can it facilitate? *International Journal Human-Computer Studies, 57*, 247-262.

Williams, M. D. (1996). Learner-control and instructional technologies. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology*. New York: Simon & Schuster Masmillan, 403 – 43.

Bijlagen

Bijlage A. Vragenlijst Retentie

Schrijf 1 t/m 18 op je antwoordblad, en schrijf de antwoorden erachter.

1. Waarmee begint de menstruatiecyclus?
2. Waar staat de afkorting FSH voor?
3. Wat gebeurt er met de achtergebleven holte van de follikel direct na de eisprong?
4. Waardoor wordt de gele kleurstof afgescheiden?
5. Hoelang duurt de tocht van de eicel door de eileider?
6. Welk hormoon maakt het gele lichaam aan?
7. Noem één functie van het hormoon Progesteron?
8. Waardoor sterft het gele lichaam?
9. Hoe heten de bindweefselcellen die overblijven na het afsterven van het gele lichaam?
10. Wat gebeurt er met het baarmoederslijmvlies als het progesteron afneemt?
11. Hoelang duurt de menstruatiecyclus gemiddeld?
12. Hoelang duurt de menstruatie gemiddeld?
13. Op welk deel van de voortplantingsorganen heeft progesteron invloed?
14. Waardoor stopt de productie van LH en FSH?
15. Schrijf naast elke fase de juiste beschrijving van de menstruatiecyclus en zet ze in de juiste cyclusvolgorde zoals die in de animatie werd getoond.

Fase:

1. Heropbouw
2. Menstruatie
3. Eisprong

Beschrijving:

- a) Afbraak baarmoederslijmvlies
- b) Baarmoederslijmvlies wordt dikker
- c) Eicel komt in de eileider terecht

16. Zet de volgende beschrijvingen in de juiste volgorde zoals die in de animatie is getoond:

- 1) Vorming gele lichaam
- 2) Vorming witte lichaam
- 3) Vorming follikel

17. Zet de volgende beschrijvingen in de juiste volgorde:

- 1) Eicel lost op in de baarmoeder
- 2) Gele lichaam sterft af
- 3) Gele lichaam maakt progesteron aan

18. Zet de volgende beschrijvingen in de juiste volgorde:

- 1) Follikel is 2 cm
- 2) Follikel vult zich met bloed
- 3) Follikelwandcellen scheiden een gele kleurstof af

Bijlage B. Antwoordblad Retentie

1. *Groei en rijping van eicellen*
2. *Follikel Stimulerend Hormoon*
3. *Blaasje wordt gevuld met bloed.*
4. *Cellen van de follikelwand.*
5. *72 uur.*
6. *Progesteron.*
7. *Twee mogelijke antwoorden; Groei baarmoederslijmvlies/ remt FSH en LH.*
8. *Twee antwoorden mogelijk; Remming LH/ evt toevoer progesteron.*
9. *Witte lichaam*
10. *Twee antwoorden mogelijk; Wordt minder dik/ sterft af.*
11. *28 dagen.*
12. *4 dagen.*
13. *Baarmoederslijmvlies.*
14. *productie van progesteron.*
15. *3c-1b-2a*
16. *Antwoord: 2-3-1*
17. *Antwoord: 3-1-2*
18. *Antwoord: 1-2-3*

Bijlage C. Vragenlijst Transfer

Schrijf 1 t/m 5 op je antwoordblad en schrijf de antwoorden erachter.

1. Wanneer het gele lichaam niet verdwijnt, wordt dit een persisterende follikel genoemd. Waarom blijft de menstruatie dan uit?
2. Stel dat de toevoer van FSH en LH wordt belemmerd, maar dat er wel een toevoer is van progesteron. Hoe beïnvloedt dat de cyclus, leg uit.
3. Stel dat er wel FSH en geen LH wordt aangemaakt wat gebeurt er dan in de cyclus? Waarom?
4. Stel dat het gele lichaam geen progesteron aan kan maken, wat gebeurt er dan met het gele lichaam? Waarom?
5. Stel dat de follikel niet kan groeien. Wat gebeurt er met de menstruatiecyclus? Leg uit.

Bijlage D. Antwoorden Transfer

1. Doordat **het gele lichaam niet verdwijnt (1)**, wordt **de progesteronproductie niet geremd (2)**, daardoor wordt **het baarmoederslijmvlies niet afgebroken (3)**, en is er geen menstruatie.
2. Antwoord: **FSH en LH** zorgen voor de groei en rijping van de eicel. Als deze hormonen worden **onderdrukt**, dan zal er **geen eicel rijpen**, en kan er **geen eisprong** plaatsvinden (1).
Progesteron zorgt wel voor het **dikker worden, afsterven en afstoten** van het **baarmoederslijmvlies (2)**, dus er is **wel menstruatie (3)**
3. Antwoord: Van **het baarmoederslijmvlies** uit de **baarmoeder (1)**.
4. Antwoord: **FSH en LH worden niet geremd (1)** waardoor het **gele lichaam blijft bestaan (2)**
5. Antwoord: **Menstruatie blijft uit (1)** want er is **geen eisprong/ ovulatie (2)**.

Bijlage E. De volledige tekst van de animatie.

Menstruatiecyclus

Dit zijn de interne geslachtsorganen van een vrouw. Hier vindt de menstruatiecyclus plaats. Je ziet hier de baarmoeder, de eileiders en de eierstokken. De menstruatiecyclus duurt gemiddeld 28 dagen en bestaat uit 5 fases.

Fase 1. Dag 1 t/m 6

De menstruatiecyclus begint met de groei en rijping van een nieuwe eicel in de eierstok. Je ziet hier dat de eicel wordt omgeven door een blaasje gevuld met vocht, dit wordt samen een follikel genoemd. De groei en de rijping van eicellen gebeuren onder invloed van hormonen. De hormonen die hier een rol spelen zijn het Follikel Stimulerend Hormoon, oftewel FSH, en het Luteïniserend Hormoon, oftewel LH. De follikel is op de 6de dag volgroeid tot twee centimeter.

Fase 2. Dag 7 t/m 10

Rond de 7de dag barst de rijpe follikel open. Dit wordt de eisprong genoemd. Je ziet hier dat de eicel vrijkomt en deze wordt via de eileider naar de baarmoeder vervoerd. De lege achtergebleven holte van de follikel vult zich met bloed. De cellen van de follikelwand dringen de holte met binnen en scheiden een gele kleurstof af. Op dag tien is onder invloed van LH het gele lichaam gevormd. Na 72 uur onderweg te zijn geweest, is de eicel in de baarmoeder beland en lost daar uiteindelijk op.

Fase 3. Dag 11 t/m 16

Hier zie je dat het gele lichaam groeit. En rond de 11de dag heeft hij zijn maximale grootte bereikt. Het gele lichaam maakt het hormoon progesteron aan. Het progesteron remt de productie van FSH en LH. Progesteron zorgt er ook voor dat het baarmoederslijmvlies groeit en dikker wordt.

Fase 4. Dag 17 t/m 22

Door de remming van LH wordt het gele lichaam kleiner. Rond de 17de dag sterft het gele lichaam af. Het gele lichaam wordt dan vervangen door bindweefselcellen, die na een tijd verschrompelen. De witte plek die dan ontstaat wordt het witte lichaam genoemd. Na het verdwijnen van het gele lichaam, neemt rond dag 22 de progesteronproductie af.

Fase 5. Dag 23 t/m 28

De groei van het baarmoederslijmvlies wordt niet meer gestimuleerd, want het progesteron is afgenomen.

Je ziet hier dat het baarmoederslijmvlies minder dik wordt.

Daarna sterft het slijmvlies af en wordt het afgestoten.

Dit is het begin van de menstruatie en deze duurt gemiddeld 4 dagen.

Hier eindigt de menstruatiecycclus.

Vervolgens begint er een nieuwe eicel te rijpen en begint de cyclus opnieuw.

Bijlage F. Tekst instructies vooraf

Conditie met learner control

De menstruatiecyclus

Je krijgt zo meteen een animatie te zien over menstruatiecyclus.

Je kan de animatie starten door op de knop 'play' te drukken. De animatie bestaat uit een aantal delen, en na elk deel is er de mogelijkheid om het deel te herhalen of om verder te gaan met het volgende deel. Je kan dan met de muis de knop 'herhaal' of 'verder' aanklikken.

Als de animatie helemaal afgespeeld is moet je vragen beantwoorden over de menstruatiecyclus. Let dus goed op!

Als er verder nog vragen of onduidelijkheden zijn, stel deze dan nu aan je proefleider. Zo niet, druk dan de knop 'play' in om de animatie te starten.

Veel succes!

Conditie zonder learner control

De menstruatiecyclus

Je krijgt zo meteen een animatie te zien over menstruatiecyclus.

Je kan de animatie starten door op de knop 'play' te drukken. Hierna hoef je de muis niet meer te gebruiken. De animatie bestaat uit een aantal delen, en deze delen worden achtereenvolgend na elkaar laten zien.

Als de animatie helemaal afgespeeld is moet je vragen beantwoorden over de menstruatiecyclus. Let dus goed op!

Als er verder nog vragen of onduidelijkheden zijn, stel deze dan nu aan je proefleider. Zo niet, druk dan de knop 'play' in om de animatie te starten.

Veel succes!

.