



HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Biologian ainerealin tehtävätyypit, teemat ja tiedolliset haasteet vuosina 2006–2009

Helsingin yliopisto
Käyttäytymistieteellinen tiedekunta
Opettajankoulutuslaitos
Kasvatustieteen, erityisesti biologian didaktiikan,
syventävien opintojen tutkielma
06/2014
Annina Rostila



Tiedekunta - Fakultet - Faculty Käyttäytymistieteellinen		Laitos - Institution - Department Opettajankoulutuslaitos	
Tekijä - Författare - Author Annina Rostila			
Työn nimi - Arbetets titel Biologian ainereaalien tehtävyyt, teemat ja tiedolliset haasteet vuosina 2006–2009			
Oppiaine - Läroämne - Subject Kasvatustiede			
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Syventävien opintojen tutkielma / Anna Uitto		Aika - Datum - Month and year 06/2014	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 45 s
Tiivistelmä - Referat - Abstract <p>Ylioppilastutkinto on lukio-opintojen tärkein summatiivisen arvioinnin väline. Monien reaali-aineiden ylioppilastehtäviä on tutkittu, mutta biologian osalta tutkimustieto puuttuu. Tämän työn tarkoituksena oli kvalitatiivisesti tutkia, millaisia biologian ylioppilastehtävät ovat.</p> <p>Tutkimus arvioi tehtäviä kolmen pääteeman pohjalta: (1) tehtävyyt (2) tehtävien teemat sekä (3) tehtävien tiedon taso. Tehtävien luokitteluun käytettiin sisällönanalyysiä, joka perustui McTighen ja Ferraran tehtävyyppiluokitteluun (1998), Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusvaltuuston biologian opetuksen keskeisiin teemoihin (1996) sekä uudistettuun Bloomin taksonomiaan (2001). Tutkimuksen pohjana olivat biologian ainereaalien tehtävät vuosilta 2006–2009, kaikkineen 100 ylioppilastehtävää, jotka perustuivat vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteisiin. Tutkimuksen luotettavuus varmistettiin tehtävien luokittelun läpikäynnillä moneen kertaan sekä tutkijan, ohjaajan että vertaisarvioijan toimesta.</p> <p>Tutkimuksen merkittävimmät tulokset ovat: (1) biologian ylioppilastehtävissä suositetaan es-seetyypin tehtäviä eli tuotoksia (2) biologian ylioppilastehtävien suosituimmat teemat ovat genetiikka ja lisääntyminen ja (3) biologian ylioppilastehtävissä vaaditaan eniten käsitetiedon osaamista. Tutkimus osoittaa, että biologian ylioppilastehtävien teemat noudattavat opetussuunnitelmien sisältöjä, mutta tehtäviä tulisi monipuolistaa, jotta voitaisiin testata sisältöjen kokonaisvaltaista oppimista. Tämä olisi mahdollista esimerkiksi tehtävyyypejä vaihtelemalla. Menetelmätietotehtäviä voisi olla mukana nykyistä enemmän, jotta kokeessa otettaisiin paremmin huomioon biologiaa kokeellinen luonne. Tutkimus kuitenkin osoittaa, että biologian ainereaalien tehtävät ovat opetussuunnitelman mukaisia ja pyrkivät testaamaan oppilaiden kokonaisvaltaista aineenhallintaa.</p>			
Avainsanat - Nyckelord ylioppilastehtävä, käsitetieto, summatiivinen arviointi, tehtävyyppi, biologian teema			
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited Helsingin yliopiston kirjasto, keskustakampuksen kirjasto, käyttäytymistieteet / Minerva			
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information			



Tiedekunta - Fakultet - Faculty Behavioural Sciences		Laitos - Institution - Department Teacher Education	
Tekijä - Författare - Author Annina Rostila			
Title Response formats, themes and required knowledge in Biology Matriculation Examination in 2006-2009			
Oppiaine - Läroämne - Subject Educational Sciences			
Työn laji/ Ohjaaja - Arbetets art/Handledare - Level/Instructor Advanced special studies thesis on Educational Sciences / Anna Uitto		Aika - Datum - Month and year 06/2014	Sivumäärä - Sidoantal - Number of pages 45 pp.
Tiivistelmä - Referat - Abstract <p>Finnish Matriculation Examination is the summative assessment tool carrying most weight for those finishing high-school. These examinations have been studied in many school subjects, but the information on examinations in Biology is lacking. This study aimed to illustrate the nature of Biology Matriculation Examinations and answer the following questions: (1) what types of response formats are used in the examinations? (2) which biological themes are introduced in the questions?, and (3) what type of knowledge must the students apply to answer the questions?.</p> <p>In this qualitative study, a hundred Biology examination questions between 2006 and 2009 were categorized and content analyzed in the following ways: (1) response format classification by McTighe and Ferrara (1998) (2) themes in biology education introduced by the National Research Council of USA (1996), and (3) dimensions of knowledge as introduced in the revised Bloom's taxonomy (2001). All examination questions were based on the national Biology high-school curriculum from 2004. Reliability of study was confirmed by re-evaluation of categorization by the researcher and partial re-evaluation by the instructor and a peer reviewer.</p> <p>The most significant results of the study were: (1) products, or essays, are a common format of response in the Biology examinations (2) Genetics and reproduction are the most popular themes used in the questions, and (3) conceptual knowledge is commonly required to answer the questions. The study shows that Biology Matriculation Examination questions cover relatively well the fundamental themes of Biology included in the national curriculum. The study does also point out the lack of variety in response formats and a crucial need for questions on methodological knowledge.</p>			
Keywords matriculation examination question, conceptual knowledge, summative assessment, response format, biological theme			
Säilytyspaikka - Förvaringsställe - Where deposited City Centre Campus Library/Behavioural Sciences/Minerva			
Muita tietoja - Övriga uppgifter - Additional information			

Sisällys

1	JOHDANTO	8
2	BIOLOGIA OPPIAINEENA	9
	2.1 Biologian historia	9
	2.2 Biologian opetuksen haasteet.....	9
3	OPETUKSEN TUTKIMUS	10
	3.1 Bloomin taksonomia	10
	3.2 Biologian osaaminen Suomessa.....	11
	3.3 Biologian opetussuunnitelmien tutkimus.....	13
	3.3.1 Opetussuunnitelmaudistus Suomessa.....	14
	3.4 Arviointi biologian opetuksessa.....	14
	3.4.1 Arvioinnin tyypit.....	14
	3.4.2 Summatiivisen arvioinnin tavat.....	15
	3.4.3 Summatiivisen arvioinnin asteikko	17
4	LUKION OPETUSSUUNNITELMA	17
	4.1 Lukion opetussuunnitelman perusteet yleisesti.....	17
	4.2 Lukion biologian oppimäärä	18
5	YLIOPPILASTUTKINTO	22
	5.1 Ylioppilastutkinnon historia ja nykypäivä.....	22
	5.2 Biologian reaalikoe	25
	5.3 Ainerealin arviointi	26
6	TUTKIMUSTEHTÄVÄ JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	27
7	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	28
	7.1 Tutkimusstrategia	28
	7.2 Aineisto	28
	7.3 Aineiston analysointimenetelmät	28
8	TUTKIMUSTULOKSET	29
	8.1 Tehtävä- ja vastaustyytit	29
	8.2 Tehtävien teemat	32
	8.3 Tehtävien tiedolliset tavoitteet.....	35
9	TULOSTEN TULKINTA	36
	9.1 Biologian ylioppilastehtävissä vaaditaan tuottamista	36

9.2 Genetiikka ja lisääntyminen ovat biologian ylioppilastehtävien suosituimmat teemat.....	37
9.3 Biologian ylioppilastehtävissä tarvitaan käsitetietoa	38
10 JOHTOPÄÄTÖKSET	39
10.1 Biologian ylioppilastehtävien haasteet	39
11 POHDINTAA.....	41
11.1 Jatkotutkimuksen näkökulmia	41
12 LUOTETTAVUUS	39
LÄHTEET	42

Taulukot

TAULUKKO 1. Bloomin uudistetun taksonomian tiedon ja kognitiivisen prosessin ulottuvuudet (Anderson, 2001).	12
TAULUKKO 2. Biologian oppilasarvioinnin tehtävätyyppejä (muokattu MCTighe & Ferrara, 1998).....	16
TAULUKKO 3. Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2003 opetuksen tavoitteet (muokattu Opetushallitus 2003, 130).....	19
TAULUKKO 4. Biologian lukion oppimäärän opetuksen tavoitteet (muokattu Opetushallitus, 2003).....	20
TAULUKKO 5. Biologian lukion oppimäärän opetuksen sisällöt (muokattu Opetushallitus, 2003).....	21
TAULUKKO 6. Hyvän reaali­vastauksen piirteet ja vastauksen arvoa alentavat tekijät (muokattu Ylioppilastutkintolautakunta, 2011).....	26
TAULUKKO 7. Esimerkkejä biologian ylioppilastehtävien tehtävätyypeistä vuosina 2006–2009.....	31
TAULUKKO 8. Biologian ylioppilastehtävien (v. 2006–2009) teemat.....	34
TAULUKKO 10. Biologian ylioppilastehtävien (v. 2006–2009) tiedon tasot.....	35

Kuviot

KUVIO 1. Suoritetut ylioppilastutkinnot Suomessa vuosina 1880–2008 (Tilastokeskus, 2009).....	23
KUVIO 2. Biologian ylioppilastehtävien (n=100) tehtävätyypit vuosina 2006–2009.....	30
KUVIO 3. Biologian ylioppilastehtävien teemat vuosina 2006-2009.....	33

1 Johdanto

Joka vuosi tuhannet suomalaiset lukionsa päättävät jännittävät ylioppilaskirjoituksia ja niiden tuloksia. Kokeissa halutaan onnistua, sillä hyvät tulokset avittavat jatko-opiskelupaikan saamisessa. Niinpä kokeisiin valmistaudutaan monin eri tavoin, esimerkiksi koulujen kertauskursseilla, oppikirjojen itsenäisellä läpikäynnillä, miellekarttoja rakentamalla, tärppilistoja laatimalla, ajatustenvaihdolla Internetin keskustelupalstoilla, yksityisopetuksella ja monilla muilla tavoilla. Kaikki tietävät, ettei pelkkä ulkoluku riitä: nyt testataan asioiden todellista oppimista. Mutta niinkö todella on?

Ylioppilaskirjoituksilla on Suomessa varsin pitkät perinteet. Alati muuttuvassa maailmassa, myös ylioppilaskirjoitukset ovat joutuneet muokkautumaan uusien haasteiden äärellä. Ylioppilaskirjoituksia on tutkittu Suomessa paljon ja eri näkökulmista. On tarkasteltu niiden historiaa (Kaarninen & Kaarninen, 2002), mutta perehdytty myös esimerkiksi nykyisten ylioppilaskirjoitusten tehtäviin ja niiden arviointiin (esim. Jääskeläinen, 2008). Biologian ylioppilaskirjoituksia ei kuitenkaan ole tutkittu, mistä syystä tämän tutkimuksen aihe on äärimmäisen ajankohtainen.

Ylioppilaskirjoitusten tehtävien oletetaan testaavaan oppilaiden kokonaisvaltaista aineenhallintaa: onhan kyse lukion oppimäärän tärkeimmästä summatiivisesta arviointivälineestä. Kokonaisvaltaisen aineenhallinnan taas ymmärretään merkitsevän esimerkiksi biologian eri teemojen sujuvaa osaamista sekä erityyppisen tiedon hallitsemista. Tämän työn tarkoituksena on kvalitatiivisesti tutkia, millaisia biologian ylioppilastehtävät ovat. Tutkimus arvioi tehtäviä kolmen pääteeman pohjalta: tehtävätyypit, tehtävien teemat sekä tehtävien tiedon taso. Tutkimuksen pohjana ovat biologian ainereaalien tehtävät vuosilta 2006–2009.

2 Biologia oppiaineena

2.1 Biologian historia

Biologia on elämää tutkiva luonnontiede, jonka juuret ulottuvat antiikin ajan Kreikkaan Aristoteleen ja Galileon tutkimuksiin (Magner, 2002). Varsinaisesti termi ”biologia” otettiin käyttöön vasta 1800-luvun alussa (Bowler & Pietiläinen, 1997), jota ennen biologisia ilmiöitä tutkittiin osana luonnonhistoriaa tai luonnonfilosofiaa. Myös modernin biologian aikakauden katsotaan alkaneen 1800-luvun alkupuoliskolla, jolloin julkaistiin useita biologian merkkiteoksia, kuten Darwinin ”Lajien synty” (Darwin, 1859) sekä Schleidenin soluteoriat (Schleiden, 1837).

Nykyään biologiaa voidaan kuvailla dynaamiseksi, laaja-alaiseksi ja muuttuvaksi tieteenalaksi. Biologista tutkimusta tehdään paljon, mistä syystä biologinen tieto tarkentuu ja sen määrä kasvaa jatkuvasti. Biologista tietoa käytetään hyväksi myös käytännön sovelluksissa, esimerkiksi biotekniikassa ja jalostuksessa. Teknologinen vallankumous on muuttanut biologisen tutkimuksen luonnetta. Sitä elämän perusilmiöiden selvittäessä tutkijoille, nykybiologia keskittyy yhä voimakkaammin systeemibiologiseen tutkimukseen, jossa selvitetään suurien kokonaisuuksien toimintaa jopa molekyyliytasolla. Nykybiologian suurimpia haasteita ovatkin sekä suuren tietomäärän että kokeellisten taitojen jatkuva oppiminen ja päivittäminen.

2.2 Biologian opetuksen haasteet

Biologisen tiedon määrän valtava kasvu viimeisen 20 vuoden aikana on luonut uusia haasteita myös biologian opetukseen. Esimerkiksi opeteltavien käsitteiden määrä on moninkertaistunut genetiikan tultua mukaan koulujen opetussuunnitelmiin. Samalla biologian opiskelu kouluissa on muuttunut luonteeltaan yhä abstraktimpaan suuntaan, mistä syystä sekä oppilaat että opettajat kokevat aiheen vaikeaksi (Steward, 1982; Finley ym, 1982; Bahar ym, 1999).

Systeemibiologian ymmärtäminen vaatii suurien asiakokonaisuuksien hallintaa ja opetuksen eheyttämistä. Eheytyksen on tapahduttava paitsi oppiaineiden välillä myös biologian eri osa-alueiden välillä. Tiedon pirstaloituminen estää oppi-

laita ymmärtämästä biologisia asiakokonaisuuksia sekä asioiden keskinäisiä riippuvuussuhteita. Nykyisellään biologian oppimääriä painaa kognitiivisen ylikuormituksen taakka (*engl. cognitive overload*) (Knippels, 2002), mikä näkyy esimerkiksi oppikirjojen ja opetussuunnitelmien sisältöjen jatkuvana tiedon määrän kasvuna. Tästä syystä esimerkiksi biologian opetussuunnitelmien asiakokonaisuuksien ja tavoitteiden uudelleenarviointi on tarpeen.

3 Opetuksen tutkimus

3.1 Bloomin taksonomia

Benjamin Bloom julkaisi vuonna 1956 (Bloom ym., 1956) taksonomian opetuksen tavoitteista. Sen tarkoituksena oli auttaa opettajia ja koulutuksen suunnittelijoita suunnittelemaan opetustaan entistä paremmin sekä arvioimaan tehokkaammin opetuksen tavoitteita. Bloomin alkuperäinen taksonomia koostui kuudesta kategoriasta: 1) tieto, 2) ymmärtäminen, 3) soveltaminen, 4) analyysi, 5) synteesi ja 6) arviointi. Kategoriat saattoivat kukin jakautua edelleen omiin alakategorioihinsa, mutta oleellista oli, että siirryttäessä kategorioissa ylöspäin, tiedosta arviointiin, kategoriat muuttuivat sekä vaikeammiksi että abstraktimmiksi.

Julkaisemisensa jälkeen Bloomin alkuperäistä taksonomiaa on hyödynnetty laajasti sekä opetuksen tutkimuksessa että opetuksen suunnittelussa ja arvioinnissa (esim. Krathwohl, 2002). Yleisesti ajatellaan, että opetuksessa pyritään saavuttamaan kategoriat ymmärtämisestä synteesiin. Bloomin taksonomian käytön tärkein tutkimustulos on ollut se, että opetuksessa saavutetaan usein vain alimman kategorian, tiedon, taso (Krathwohl, 2002).

Sittemmin Bloomin alkuperäistä taksonomiaa on uudistettu siten, että tiedon ulottuvuus ja kognitiiviset prosessit on jaettu eri ulottuvuuksiin (Anderson ym., 2001). Samalla alkuperäisen taksonomian luokat ymmärtämisestä arviointiin on kuvailtu yksityiskohtaisemmin ja tasojen nimiä on muutettu. Tiedon ulottuvuus taas on jaettu neljään luokkaan: 1) faktatieto, 2) käsitetieto, 3) menetelmätieto ja 4) metakognitiivinen tieto. Tiedon jakaminen eri tasoihin ja sen eri ulottuvuuksi-

en huomioiminen on ollut merkittävä muutos uudistetussa taksonomiataulussa ja se on selkeyttänyt luokittelua. Taulukko 1 esittää uudistetun taksonomiataulun.

3.2 Biologian osaaminen Suomessa

Suomessa toteutettiin vuonna 2011 laaja luonnontieteiden seuranta-arviointi perusopetuksen 9. luokkalaisille (Kärnä ym., 2012). Aiempi arviointi oli toteutettu vuonna 1998. Vuoden 2011 arvioinnissa käytetyt tehtävät laadittiin voimassa olevien vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden biologian, maantiedon, kemian ja fysiikan tavoitteiden ja sisältöjen mukaan. Tehtävät oli suunniteltu niin, että ne testasivat fakta-, käsite- ja menetelmätiedon osaamista ja tehtävien joukossa oli sekä valinta- että tuottamistehtäviä.

Biologiassa tehtävät mittasivat yleisesti biologisten käsitteiden ja ilmiöiden muistamista, ymmärtämistä ja selittämistä. Tarkoituksena oli saada kattava kuva oppilaiden aineenhallinnassa. Tehtävät jakautuivat suunnilleen tasan valinta- ja tuottamistehtävien kesken.

Oppilaat osasivat biologiaa keskimäärin tyydyttävästi. Valintatehtävät olivat oppilaille helpompia kuin tuottamistehtävät. Parhaiten oppilaat osasivat fakta- ja käsitetietoa, menetelmätietoa taas näitä huonommin. Tytöt osasivat keskimäärin poikia paremmin vastata kaikkiin arviointitutkimuksen biologian tehtäviin. Tutkimuksen tulosten mukaan suomalaisten nuorten siirtyessä lukio-opintoihin harva oppilas yltää biologisen menetelmätiedon hallintaan.

TAULUKKO 1. Bloomin uudistetun taksonomian tiedon ja kognitiivisen prosessin ulottuvuudet (Anderson ym., 2001)

	Kognitiivisen prosessin dimensio					
Tiedon dimensio	1. Muistaa	2. Ymmärtää	3. Soveltaa	4. Analysoida	5. Arvioida	6. Luoda
A. Faktatieto						
B. Käsitetieto						
C. Menetelmätieto						
D. Metakognitiivinen tieto						

3.3 Biologian opetussuunnitelmien tutkimus

Eri maiden biologian opetussuunnitelmien tavoitteita ja sisältöjä on tutkittu paljon. Kaikkialla maailmassa koulujen biologian opetus kiteytyy kuitenkin samojen biologisten perusteemojen ympärille. Schwab (1963) jakoi biologian seitsemään perusteemaan: metabolia, homeostaasi, kasvu ja kehitys, käyttäytyminen, lisääntyminen, genetiikka ja evoluutio. Schwabin jako on ongelmallinen, sillä koulujen biologian opetuksen teemojen sijaan se kuvaa biologian tutkimuksen eri osa-alueita.

Uudempi, tässäkin pro gradussa käytetty, jako perustuu Yhdysvaltojen kansallisen tutkimusvaltuuston (National Research Council) julkaisuun (1996), jossa biologia tieteenalana jaetaan kuuteen eri perusteemaan: 1) evoluutio ja muutokset ympäristössä, 2) vuorovaikutus ja riippuvuus, 3) geneettinen jatkuvuus ja lisääntyminen, 4) kasvu, kehitys ja erilaistuminen, 5) energia, aine ja organisointuminen sekä 6) ylläpito ja tasapaino. Schwabin jakoon verrattuna uusi jako on paitsi monipuolisempi myös teemoiltaan opetussuunnitelmaan sopivampi.

Kumpikaan aiemmin esitelty jako ei kuitenkaan ota kantaa siihen filosofiaan, jolla biologisen tieteen opetusta koulussa toteutetaan. Kampourakis (2013) mukaan biologian opetussuunnitelmalla pitäisi olla seuraavat ominaisuudet: 1) evolutiivinen kehys, 2) kehitysbiologinen näkökulma, 3) eheyttävä lähestymistapa, 4) sosio-eettinen ulottuvuus ja 5) ajankohtaiset tiedot. Opetussuunnitelman pitäisi siis pohjautua sekä biologisten käsitteiden ja teorioiden ymmärtämiseen, mutta myös tieteen luonteen hahmottamiseen. Kampourakis mukaan nykybiologian opetuksen suurimpia ongelmia ja puutteita ovat esimerkiksi mikrobien roolin väheksyminen maapallolla, ihmisten merkityksen korostaminen evoluution kulussa, geneettisen tiedon epäonnistunut liittäminen biologian opetussuunnitelman muihin kokonaisuuksiin (esim. kasvu ja kehitys, ylläpito ja tasapaino) sekä tieteen tekemiseen vaikuttavien tekijöiden (rahoitus, etiikka, henkilökohtaiset hyötynäkökohdat) käsittelemisen unohtaminen. Luonnontieteen luonteen (*engl.* nature of science, *lyh.* NOS) ymmärtämisen ja oppimisen kannalta on oleellista, että opetuksessa huomioidaan myös tieteen harjoittamiseen liittyviä näkökuhtia (Schwartz ym., 2002).

3.3.1 Opetussuunnitelmauudistus Suomessa

Suomessa kansallista opetussuunnitelmaa uudistetaan paraikaa sekä perusopetuksen että lukiokoulutuksen osalta. Lukion uudistetun opetussuunnitelman on tarkoitus tulla käyttöön lukuvuodesta 2016 alkaen. Biologian osalta haasteena tulevat olemaan uuden opetussuunnitelman sisältöjen ja tavoitteiden asettaminen niin, että ne tukevat entistä vahvemmin luonnontieteellistä ymmärtämistä ja osaamista. Nopeasti muuttuvana tieteenalana biologian opetussuunnitelman sisältöjen ja painotusten tarkistaminen vaatii erityishuomiota; asiakokonaisuuksien jäsentäminen ja karsiminen on välttämätöntä. Opetushallituksen tiedote (Opetushallitus, 2012) listaa oppimisen kiireettömyyden, pedagogisen kehittämisen sekä entistä syvemmän oppimisen tavoittelun tärkeimmiksi tavoitteiksi uudessa opetussuunnitelmassa.

3.4 Arviointi biologian opetuksessa

Oppimisen arviointi on opettamisen kulmakivi. Arvioinnin pääasiallisena tehtävänä on parantaa opetusta ja sitä kautta oppilaiden oppimista. Onnistuneen arvioinnin avulla opettaja saa tietoa oppilaiden edistymisestä, heikkouksista, vahvuuksista ja paremmuusjärjestyksestä, joiden avulla opettaja voi kehittää omaa opetustaan. Onnistunut arviointi on suunniteltua, päämäärätietoista ja oikeudenmukaista. Se testaa opetettuja opetussuunnitelman asiakokonaisuuksia. Luonnontieteissä, kuten biologiassa, arvioinnin on oltava myös monipuolista; sen on mitattava paitsi opittuja tietoja myös opittuja kokeellisen työskentelyn ja tiedon soveltamisen taitoja. Siten arvioinnin tulee testata sekä tiedon että kognitiivisen prosessin eri ulottuvuuksia.

3.4.1 Arvioinnin tyypit

Arviointi jaetaan yleensä kolmeen pääryhmään: diagnostiseen, formatiiviseen ja summatiiviseen arviointiin (Koppinen ym., 1999). Diagnostinen arviointi on toteavaa ja suunnittelevaa, jonka avulla voidaan kartoittaa oppilaiden lähtötietoja opetettavasta asiasta. Formatiivinen arviointi on tarkkailevaa ja ohjaavaa, joka tapahtuu opetuksen aikana, esimerkiksi pistokokeet. Sen tarkoituksena on ohjata oppimisprosessia kohti päämäärää sekä motivoida oppilaiden työskentelyä (Karjalainen, 2001). Summatiivinen arviointi on puolestaan kokoavaa ja ennus-

tavaa. Se toteutetaan oppimisjakson lopussa, esimerkiksi päättökokeen muodossa. Formatiivinen arviointi nähdään yleensä oppimisen arviointina, summatiivinen sen sijaan opitun arviointina. Ylioppilastutkinto on lukion oppimäärän summatiivisen arvioinnin väline.

3.4.2 Summatiivisen arvioinnin tavat

Summatiivisen arvioinnin tavat voidaan jakaa kahteen eri pääryhmään (McTighe & Ferrara, 1998): valintatehtäviin ja tuottamistehtäviin (Taulukko 2). Valintatehtäviä, kuten monivalintatehtäviä käytetään arvioinnissa paljon, koska ne ovat helppoja ja nopeita korjata (Stiggins & Conklin, 1992). Valintatehtävien avulla voidaan testata suurta tietomäärää ja tehtävien vaikeusastetta voidaan helposti nostaa, esimerkiksi lisäämällä monivalintatehtävään mahdollisuus monesta oikeasta vastauksesta yhden oikean vastauksen sijaan. Valintatehtävät vievät tuottamistehtäviin verrattuna myös yleensä vähemmän vastausaikaa. Toisaalta valintatehtävät testaavat usein ainoastaan tietojen muistamista ja soveltuvatkin harvoin korkeamman tason kognitiivisten prosessien arviointiin (Wiggins, 1992).

Tuottamistehtävillä tarkoitetaan tehtäviä, joissa oppilaan on itse rakennettava vastauksensa alusta loppuun. Tuottamistehtävät voidaan jakaa kahteen eri pääryhmään (McTighe & Ferrara, 1998): suppeisiin tuottamistehtäviin ja suoritusarviointiin, joka jakautuu edelleen tuotoksiin, suorituksiin ja prosesseihin (Taulukko 2). Suppeat tuottamistehtävät ovat esimerkiksi lyhyen sanallisen vastauksen vaativia tehtäviä tai aukkotehtäviä. Suppeiden tuottamistehtävien arviointi on valintatehtäviä haastavampaa, koska vastausten kirjo on suurempi. Suoritusarviointiin perustuviin tehtäviin kuuluvat esimerkiksi esseet (tuotos), laboratoriodemonstraatiot (suoritus) ja oppimispäiväkirjat (prosessi) (Taulukko 2). Tällaiset tehtävät vaativat yleensä tietojen ja taitojen ymmärtämistä tai soveltamista ja ovat siten kognitiiviselta tasoltaan vaativia tehtäviä. Mitä enemmän oppilas joutuu itse tuottamaan omaa materiaalia vastatakseen tehtävään, sitä enemmän vastausaikaa tarvitaan ja sitä vaikeampia tehtävät ovat opettajalle arvioida. Tuottamistehtävillä voidaan kuitenkin valintatehtäviä tehokkaammin arvioida oppilaan todellista aineenhallintaa, tiedon ulottuvuutta, sekä korkeamman tason kognitiivisia taitoja (Shepard, 1989).

TAULUKKO 2. Biologian oppilasarviointin tehtävätyyppejä (muokattu McTighe & Ferrara, 1998)

TEHTÄVÄTYYPPI				
Valintatehtävä	Tuottamistehtävä			
<ul style="list-style-type: none"> • monivalinta-tehtävä • oikein-väärin - tehtävä • yhdistämis-tehtävä • paranneltu monivalinta-tehtävä (esim. useita oikeita vastauksia) 	Suppea tuottamistehtävä	Suoritusarviointi		
	<ul style="list-style-type: none"> • aukkotehtävä • määrittelytehtävä • lyhyen vastauksen tehtävä • visuaalinen esitys, esim. <ul style="list-style-type: none"> ○ käsitekartta ○ vuokaavio ○ taulukko ○ kuva ○ kuvaaja 	Tuotos	Suoritus	Prosessi
		<ul style="list-style-type: none"> • essee • tutkimusraportti • laboratorioselostus • itse rakennettu malli 	<ul style="list-style-type: none"> • suullinen esitys • laboratorio-demonstraatio • väittely • muille opettaminen 	<ul style="list-style-type: none"> • muille opettaminen • oppimispäiväkirja • prosessin kuvaileminen • haastattelu • suulliset kysymykset • oppilaiden työskentelyn tarkkailu luokkahuoneessa

3.4.3 Summatiivisen arvioinnin asteikko

Summatiivista arviointia voidaan toteuttaa monin eri tavoin (ks. edellä), mistä syystä myös arviointiasteikko voi vaihdella. Valintatehtäville ja joillekin suppeille tuottamistehtäville käytetään yleensä valmista vastausavainta tai mallivastaus-ta, jossa tehtävien pisteytys on selkeää ja tasapuolista. Suoritusarvioinnissa käytetään sen sijaan usein arviointiohjeistusta, joko voi olla joko holistista tai analyttistä (McTighe & Ferrara, 1998).

Holistisessa eli kokonaisvaltaisessa arvioinnissa käytetään pääasiallisesti taso-kuvauksia, jolloin jokaista tasoa vastaa tietty pistemäärä tai sanallinen arvio. Esimerkiksi tietyn kurssin oppimäärän summatiivinen arviointi on holistista, kun kaikki oppilaan suoritukset ilmaistaan yhtenä kurssinumerona. Opetussuunni-telman ohjeistamat arviointiperusteet (ks. luku 4.2) ovat hyvä esimerkki holisti-sesta arvioinnista. Analyttisessä arvioinnissa kaikki suorituksen osa-alueet ar-voidaan erikseen, mistä syystä se sopii paremmin muihin arviointityyppeihin kuin summatiiviseen arviointiin. Ylioppilaskokeen biologian ainereaalin summa-tiivinen arviointi perustuu tehtävätyypistä huolimatta mallivastausten käyttöön. Ainoastaan esseetyyppisissä tehtävissä voidaan joltain osin soveltaa myös ho-listista mallia.

4 Lukion opetussuunnitelma

4.1 Lukion opetussuunnitelman perusteet yleisesti

Lukion nykyinen oppimäärä perustuu kansallisiin vuoden 2003 lukion opetus-suunnitelman perusteisiin (Opetushallitus, 2003). Opetussuunnitelman perusteisiin vaikuttavat lukiolaki ja sen asetukset, Opetushallituksen määräys lukion opetussuunnitelman perusteista, koulutuksen järjestäjän hyväksymä opetus-suunnitelma sekä vuosittain tarkastettava lukioasetuksen mukainen suunnitelma. Tiedollisten ja taidollisten ainekohtaisten tavoitteiden lisäksi opetussuunni-telma sisältää lukuisia yleisiä ohjeita lukio-opetuksen antamisesta sekä kasva-tustyöstä.

Lukion pääasiallinen tehtävä on jatkaa peruskoulun opetus- ja kasvatustyötä sekä antaa oppilaille laaja-alainen yleissivistys. Koulutuksen on edistettävä esimerkiksi demokratiaa ja tasa-arvoa ja pyrittävä kasvattamaan itsensä tuntevia, vastuuntuntoisia kansalaisia. Tavoitteena on, että lukionsa päättäneet pysyvät kohtaamaan muuttuvan maailman haasteet sekä arvioimaan yhteiskunnallisia asioita kriittisesti. He tuntevat erilaiset vaikuttamisen keinot ja heillä on edellytykset toimia täysipainoisina yhteiskunnan jäseninä. Lukiokoulutuksen on annettava myös riittävät tiedot ja taidot jatko-opintoihin. Oppimäärän osaamisen taso osoitetaan sekä lukion päättötodistuksella että ylioppilaskokeen todistuksella.

Lukion tavoitteisiin kuuluu tärkeänä osana ”oppimisen oppiminen” eli metakognitiivisten taitojen oppiminen. Metakognitiolla tarkoitetaan tietoisuutta itsestä ja metakognitiivinen tieto on tietoa omasta kognitiosta (ajatteluprosesseista, havainnoista, uskomuksista) sekä tietoisuutta omasta kognitiosta (Pintrich, 2002). Tutkimusten mukaan oppilaat, jotka ovat tietoisia omasta ajattelustaan oppivat ja menestyvät opinnoissaan muita oppilaita paremmin (Bransford ym., 1999).

Andersonin (2001) mukaan metakognitiivinen tieto voidaan jakaa kolmeen osaan. Strategisella tiedolla tarkoitetaan oppimis-, ajattelu- ja ongelmanratkaisustrategioiden tuntemista. Oppilas käyttää strategista tietoa esimerkiksi kokeisiin lukemiseen: lukemansa ymmärtämiseen ja muistamiseen. Toisaalta oppilaalla on oltava tietoa kognition tehtävistä eli tietoa siitä, mitä kognitiivista strategiaa milloinkin kannattaa käyttää. Itsetuntemus puolestaan on omien heikkouksien ja vahvuuksien tuntemista. Sillä voidaan vaikuttaa esimerkiksi oppimismotivaatioon sekä suunnitella opiskelua ja asettaa sille päämääriä. Lukion opetussuunnitelmassa metakognitiota ei mainita erillisenä tavoitteena vaan metakognitiivisten taitojen oppiminen on osa kaikkien oppiaineiden tavoitteita sekä osa lukion yleisiä kasvatus- ja opetustavoitteita.

4.2 Lukion biologian oppimäärä

Biologia on oppiaine, joka pohjautuu kokeellisuuteen ja havainnointiin. Biologian opetuksen tavoitteena lukiossa on, että oppilas ymmärtää eliömaailman raken-

teen ja toiminnan periaatteet sekä ihmisen osana toimivaa eliömaailmaa. Taulukko 3 esittää biologian opetussuunnitelman opetuksen tavoitteet. Tavoitteet on opetussuunnitelmassa esitetty siten, että ne nivoutuvat lukion biologian kurssien tavoitteisiin ja sisältöihin. Opetuksen suunnittelun ja toteutuksen kannalta opetussuunnitelman tavoitteet ovat ilmaistu riittävän yleisluontoisesti, jotta vastuu opetussuunnitelman perusteiden toteutuksesta jää aineen opettajalle.

TAULUKKO 3. Lukion opetussuunnitelman perusteiden 2003 opetuksen tavoitteet (muokattu Opetushallitus, 2003)

Lukion biologian opetuksen tavoitteet:

- ✓ biologisten käsitteiden hallinta
- ✓ elämän tuntomerkkien tunnistaminen
- ✓ elämän ilmiöiden jäsentäminen ja biologian eri organisaatiotasojen ymmärtäminen
- ✓ eliökunnan monimuotoisuuden arvostaminen
- ✓ eliöiden sopeutumisen ymmärtäminen
- ✓ perimän ja evoluution merkityksen ymmärtäminen eliökunnan kehityksessä
- ✓ perehtyminen biologisiin tutkimusmenetelmiin ja tiedonlähteisiin sekä kriittisen ajattelun kehittäminen
- ✓ yksinkertaisen kokeen suunnittelemine ja sen tulosten tulkitseminen
- ✓ biotieteiden sovellusten tunteminen
- ✓ ihmiselimestön toiminnan peruseriaatteiden tunteminen
- ✓ perimän ja ympäristötekijöiden merkityksen ymmärtäminen terveyden taustana yksilön ja yhteiskunnan kannalta
- ✓ kestäväen kehityksen välttämättömyyden ymmärtäminen
- ✓ oman vastuunsa tiedostaminen ekosysteemin tulevaisuudesta

Lukion pakolliseen oppimäärään kuuluu kaksi biologian kurssia. Lisäksi biologian oppimäärään kuuluu kolme syventävää kurssia, joiden lisäksi koulut voivat tarjota esimerkiksi soveltavia lisäkursseja tai kertauskursseja. Kullekin biologian kurssille on opetussuunnitelman perusteissa määritelty omat tavoitteet (Taulukko 4) ja sisällöt (Taulukko 5). Sekä tavoitteissa että sisällöissä on otettu huomioon biologian kokeellinen luonne. Pakollisten kurssien pyrkimyksenä on taata laaja biologinen yleissivistys elämän perusrakennosista sekä eliöyhteisöjen toiminnasta maapallolla. Syventävät kurssit perehtyvät samoihin aihepiireihin omista näkökulmistaan sekä yksityiskohtaisemmin.

TAULUKKO 4. Biologian lukion oppimäärän opetuksen tavoitteet (muokattu Opetushallitus, 2003)

Pakollisten kurssien tavoitteet:
<ul style="list-style-type: none"> • tuntee elämän tunnusmerkit ja perusedellytykset sekä tietää, miten elämän ilmiötä tutkitaan • ymmärtää luonnon monimuotoisuutta, evoluution jatkuvuutta ja sen mekanismit ja merkitys • tuntee ekosysteemin toimintaperiaatteet, muuntelu, sopeutuminen ja lajien välisten suhteiden merkitys elämän kehityksessä • osata eliökunnan rakenne ja tulkita sen kehitystä • ymmärtää solun merkitys, sen rakenne ja kehitys sekä tunnistaa erilaisia soluja • osata solun kemiallinen rakenne ja toiminta, energiatalouden prosessit ja kytkeä ne yksilön toimintaan • tuntee geneettisen informaation rakenne ja toiminta, siirtyminen solusta soluun tai sukupolvelta toiselle sekä periytymisen periaatteet • tietää solujen tutkintatapoja ja hallita kokeellisen työskentelyn taitoja
Syventävien kurssien tavoitteet:
<ul style="list-style-type: none"> • osata ekologian perusteet ja ymmärtää ihmisen vaikutukset luontoon • ymmärtää biodiversiteetin merkitys ihmiskunnalle • hahmottaa ympäristöongelmien syitä ja seurauksia ekosysteemeissä • tutustua suomalaisiin ekosysteemeihin • kehittää ympäristölukutaitoa, ymmärtää ihmisen vastuu ympäristön tilasta ja osata toimia kestäväen kehityksen periaatteiden mukaan • osata suunnitella ja toteuttaa tutkimus ympäristön tilasta ja esittää sen tuloksia • tuntee ja arvioida menetelmiä, joilla ympäristön tilaa voidaan tarkkailla • osata ihmissolun erilaistuminen sekä kudosten ja elinten rakenteet ja toiminta sekä syventää tietoja solujen hienorakenteesta • ymmärtää ihmisen kemiallisen tasapainon säätelymekanismit, hermoston toiminta, hormonaalisen viestinnän merkitys, lisääntymiseen liittyvät muutokset sekä ihmisen lajin kehitys • pystyä selittämään sairauksien syntymekanismeja sekä tarkastelemaan oppimiaan asioita arkielämän esimerkkien avulla • hallita tärkeimpien mikrobiryhmien toiminta ja lisääntyminen • tuntee geenin toiminta ja säätely, geenien etsintä- ja tutkimusmenetelmiä, geeninsiirron menetelmät sekä biotekniikan perusmenetelmät ja niiden sovellukset • pystyä arvioimaan biotekniikan kehittymisen luomat mahdollisuudet, uhkatekijät ja eettiset ongelmat sekä tekemään ratkaisuja niiden pohjalta

TAULUKKO 5. Biologian lukion oppimäärän opetuksen sisällöt (muokattu Opetushallitus, 2003)

Kurssi	Opetuksen sisältö
1: Eliömaailma	<ul style="list-style-type: none"> • biologia tieteenä • luonnon monimuotoisuuden ilmeneminen • evoluutio – elämän kehittyminen • miten luonto toimii?
2: Solu ja perinnöllisyys	<ul style="list-style-type: none"> • solut elämän perusyksikkönä • solun energiatalous • solujen toiminnan ohjaaminen • solujen lisääntyminen • periytymisen perusteet • populaatiogenetiikka ja synteettinen evoluutioteoria
3: Ympäristö-ekologia	<ul style="list-style-type: none"> • ekologinen tutkimus • biodiversiteetti ja sen merkitys • ekologiset ympäristöongelmat, niiden syyt ja ratkaisumahdollisuudet • Suomen luonnon haavoittuvuus • kestävä tulevaisuus
4: Ihmisen biologia	<ul style="list-style-type: none"> • ihmisen solujen ja kudosten erityispiirteet • elimistöjen rakenne, toiminta ja merkitys • elintoimintojen säätely • ihmisen lisääntyminen • ihmisen elämänkaari ja yhteisöllisyys • perimän merkitys • elimistön sopeutuminen ja puolustusmekanismit
5: Bioteknologia	<ul style="list-style-type: none"> • solujen hienorakenne ja solujen välinen viestintä • solut proteiinien valmistajina • geenien toiminta • geeniteknologia ja sen mahdollisuudet • mikrobit ja niiden merkitys • biotekniikka teollisuudessa • kasvien ja eläinten jalostus • geenitekniikan etiikka ja lainsäädäntö

Opetussuunnitelma antaa viitekehyksen myös oppimisen arvioinnille lukion biologian kursseilla (ks. luku 3.3). Tiedollisessa arvioinnissa on kiinnitettävä huomiota oppilaan kykyyn ymmärtää syy-seuraus-suhteita, hallita kokonaisuuksia, käyttää luontevasti biologian käsitteistöä sekä soveltaa biologista tietoa. Taidollinen arviointi painottaa luonnontieteellisiä työskentelytaitoja, kuten kriittistä arviointia, biologian työtapoja sekä tiedon etsimistä eri lähteistä. Kurssin arvioinnissa myös muut seikat, kuten harrastuneisuus tai tuntiaktiivisuus, voivat vaikuttaa arviointiin. Ylioppilastutkinnon ainereaalissa näitä tekijöitä sen sijaan ei voida huomioida.

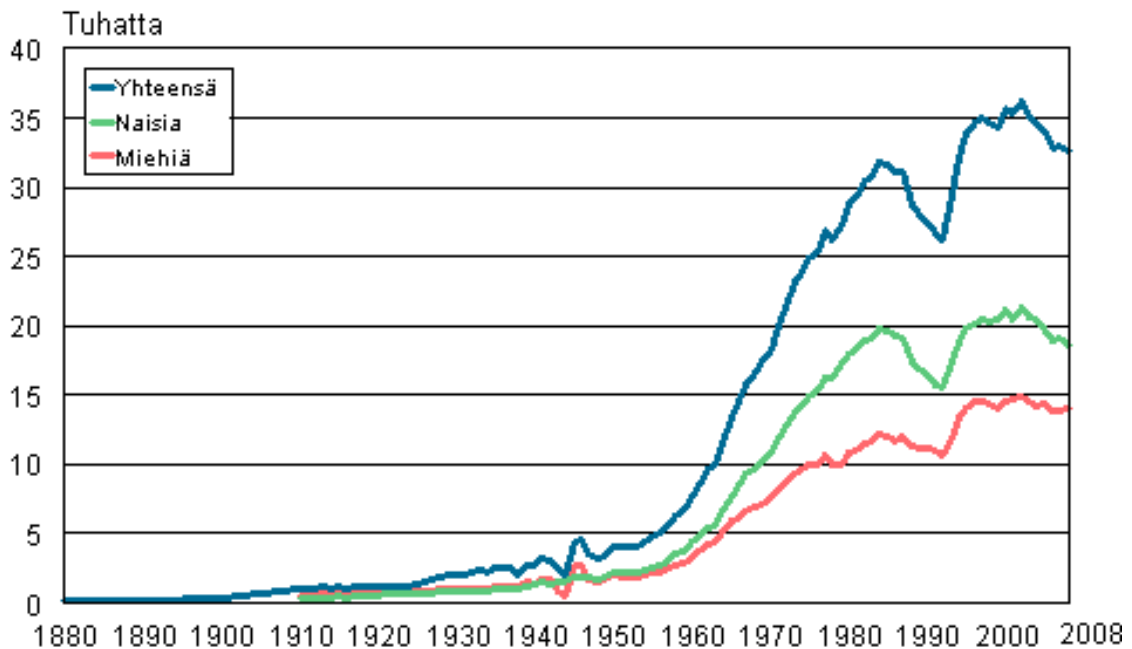
5 Ylioppilastutkinto

Nykyaikainen suomalainen ylioppilastutkinto on lukion päättötutkinto, jonka tarkoituksena on testata kokelaan lukion oppimäärän hallintaa. Sen tavoitteena on tasapäistää lukio-opintonsa päättävien arviointia ja ylioppilaskokeen arvosanat ovatkin koko Suomessa keskenään vertailukelpoisia. Tutkintotodistuksen arvosanojen merkitys myös jatko-opintoihin hakeutumisessa on ollut jatkuvasti kasvussa, mistä syystä kokeissa onnistuminen on yhä tärkeämpää. Ylioppilastutkintoa ja sen tehtäviä on tutkittu Suomessa paljon, esimerkiksi opinnäytetöinä. Luonnontieteissä tutkimusta on tehty esimerkiksi kemian (Tikkanen, 2010) ja fysiikan (Törhönen, 1998) alalla. Biologian ylioppilastehtäviä ei ole tutkittu.

5.1 Ylioppilastutkinnon historia ja nykypäivä

Ylioppilastutkinnon historia alkaa jo 1600-luvulta (Kaarninen & Kaarninen, 2002), mutta ensimmäiset varsinaiset lukion oppimäärään sidotut ylioppilastutkinnot suoritettiin vuonna 1852 (YTL, 2013). Tutkinto suoritettiin kuitenkin yliopistolla ja kokelaita oli noin 70. Varsinaisiksi lukiossa suoritettaviksi kokeiksi tutkinto muuttui vuonna 1874. Tutkinto koostui pitkään sekä kirjallisista että suullisista osuuksista, mutta tutkinnon suulliset osat lakkautettiin vuonna 1919. Samaan aikaan tutkintoa uudistettiin siten, että pakollisiksi kokeiksi määrättiin äidinkielen toisen kotimaisen kielen, vieraan kielen ja matematiikan koe sekä uutena kokeena reaalikoe. Tutkinnon suorittaneiden määrän voimakkain kasvuvaihe sijoittuu 1950-luvun jälkeiseen aikaan (Kuvio 1) (Tilastokeskus, 2009).

Nykyään ylioppilastutkinnon suorittaa vuosittain noin 35 000 kokeilasta, joista yli puolet on tyttöjä.



KUVIO 1. Suoritetut ylioppilastutkinnot Suomessa vuosina 1880–2008 (Tilastokeskus, 2009).

Ylioppilastutkinnon asema yhteiskunnassa on vaihdellut sen historian aikana suuresti. Ylioppilastutkinnon katsotaan toisen maailmansodan jälkeen eläneen kolme erityyppistä aikakautta (Vuorio-Lehti, 2007): perinteistä ylioppilastutkintoa arvostava aika, tutkinnon radikaalin poistamisen ajanjakso ja tutkinnon uudelleenarvostuksen aika. Perinteistä ylioppilastutkintoa arvostanut aika sijoittui suoraan sotien jälkeiseen aikaan 1940–1960-luvuille, jolloin koulutuksen aseman nostaminen koettiin tärkeäksi yhteiskuntaa kehittäväksi tekijäksi. Sodan runtelemassa Suomessa ylioppilaissa nähtiin maan tulevaisuuden toivo ja käynnissä ollut koulujärjestelmän uudistaminen pyrkiikin siihen, että ylioppilaaksi kouluttautuminen olisi mahdollista yhä useammalle.

Ylioppilastutkinnon murroskausi, tutkinnon radikaalin poistamisen ajanjakso, sijoittui 1960-luvun puolivälistä 1970-luvun loppuun. Murroskausi alkoi voimakkaana tahtona uudistaa ylioppilastutkintoa, mutta päättyi siihen, että tutkinto päätettiin poistaa suomalaisesta koulutusjärjestelmästä. Opetusministeriön mu-

kaan ylioppilastutkinto esti ammatillisen koulutuksen kehittymistä, mikä ei Suomen tukenut Suomen markkinataloutta. Opettajakunnan vastalauseista huolimatta tutkinto päätettiin poistaa. Poistoaikaa ei kuitenkaan ehditty toteuttaa, sillä 1980- ja 1990-lukujen voimakas kansainvälistyminen ja tietoyhteiskunnan kehittyminen loivat paineita ylläpitää koulutusjärjestelmän rakenteita, jotka takaisivat koulutetun työvoiman riittämisen jatkossakin. Ylioppilastutkinnon arvosuus nousi uudelleen ja lukiokoulutuksen rinnalle kehitettiin uusia koulutusmahdollisuuksia.

Reaalikoe päätettiin ottaa osaksi ylioppilastutkintoa vuoden 1919 asetuksella ja ensimmäiset reaalikoetehtävät olivat osana koetta vuonna 1921 (Kaarninen & Kaarninen, 2002). Reaalikokeella tarkoitettiin alun perin koetta, joka sisälsi tehtäviä viidestä eri aineryhmästä: 1) uskonto, 2) psykologia ja filosofia, 3) historia ja yhteiskuntaoppi, 4) biologia ja maantiede sekä 5) kemia ja fysiikka. Historiaa ja yhteiskuntaoppia lukuun ottamatta muut ryhmät on sittemmin hajautettu omiksi aineikseen ja terveystieto on tullut mukaan uutena aineena.

Viimeisin suurin muutos ylioppilastutkinnon rakenteessa oli vuonna 1994, jolloin sallittiin tutkinnon hajautettu suorittaminen useammalle eri koekerralle (YTL, 2013). Kokelaan on mahdollista suorittaa tutkinto kolmena peräkkäisenä koekertana syys- tai kevätlukukausilla. Lisäksi vuonna 1995 tutkinnon rakennetta muutettiin siten, että suoritettavien aineiden valinnaisuutta lisättiin. Kaikille pakollisena kokeena on nykyään vain äidinkielen koe, jonka lisäksi kokelas valitsee vähintään kolme muuta suoritettavaa ainetta seuraavien joukosta: toisen kotimaisen kielen koe, vieraan kielen koe, matematiikan koe ja reaalikoe. Näiden lisäksi kokelas voi suorittaa muita kokeita haluamissaan aineissa. Seuraava suuri uudistus on ylioppilastutkinnon sähköinen suorittaminen, johon siirrytään porrastetusta vuosien 2016–2019 aikana.

Reaalikoe puolestaan uudistui vuonna 2006, jolloin käyttöön otettiin ainereaalikoe. Uudessa mallissa vanha reaalikoe, joka sisälsi kaikkien lukion reaaliaineiden koetehtävät, korvattiin yksittäisten reaaliaineiden omilla kokeilla. Siten kokelaan on nykyään mahdollista saada erillinen arvosana monessa eri reaaliaineessa, kun aiemmin arvosana saatiin yleisesti koko reaalikokeesta

5.2 Biologian reaalikoe

Biologian ainereali nyky muodossaan koostuu 12 lukion biologian oppimäärän viiteen (kaksi pakollista, kolme syventävää) kurssiin pohjautuvasta tehtävästä. Tehtävät perustuvat vuoden 2003 kansalliseen lukion opetussuunnitelmaan (Opetushallitus, 2003). Kukaan koetehtävä on kuuden pisteen arvoinen, mutta pisteet voivat jakautua osiin tehtävän eri alakohtien mukaan. Mikäli tehtävässä ei ole toisin mainittu, tehtävän pisteet jakautuvat tasaisesti eri alakohtien kesken. Esseetehtävät ovat aina kuuden pisteen tehtäviä. Biologian ylioppilaskirjoitusten ainereaalissa on lisäksi 2-3 niin sanottua jokeritehtävää, jotka sijoittuvat kokeessa aina viimeisiksi tehtäviksi tehtäväpaikoille 10-12. Tehtävän tunnistaa sen edellä olevasta +-merkistä. Jokeritehtävä on aina yhdeksän pisteen arvoinen ja sen tarkoituksena on testata laajempaa aineenhallintaa kuin muiden tehtävien. Kokeessa saa vastata enintään kahdeksaan tehtävään.

Biologian ainereaalikokeessa tulee olla ainakin yksi oppiainerajat ylittävä tehtävä (Valtioneuvoston asetus A915/2005, §2; YTL, 2011). Oppiainerajat ylittävässä tehtävässä vastauksessa on hyödynnettävä myös jonkin muun kuin biologian oppimäärän tietoja ja taitoja. Tyypillisesti toisena aineena toimii jokin muu luonnontiede, kuten kemia, tai biologian lähitiede, kuten terveystiede.

Biologian ainereaalikokeen tehtävät voidaan luokitella esimerkiksi valinta- tai tuottamistehtäviin (McTighe & Ferrara, 1998). Valintatehtävät voivat olla esimerkiksi monivalinta- tai yhdistelytehtäviä. Tuottamistehtävät ovat esimerkiksi essee- tai määrittelytehtäviä. Tuottamistehtävät voivat olla myös esimerkiksi piirrosten tai kaavakuvien tuottamista vaativia tehtäviä. Aineistopohjaiset tehtävät voivat olla esimerkiksi diagrammiin, tilastoon, kuvioon tai tehtävässä annettuun tekstiin perustuvia tehtäviä. Biologian ainereaalikokeen tehtävissä pyritään muiden luonnontieteiden tapaan ottamaan huomioon myös oppiaineen kokeellinen luonne.

5.3 Ainereaalin arviointi

Ainereaali, kuten kaikki ylioppilaskokeiden tehtävät, arvioidaan kahteen kertaan (YTL, 2009). Ensimmäisenä tehtävät arvioi koulun edustaja, tyypillisesti kyseisen aineen opettaja. Tätä arvioinnin vaihetta kutsutaan valmisteleväksi arvosteluksi, sillä opettajan antamat pisteet voivat vielä muuttua. Toisena kokeet arvioi valittu ylioppilastutkintolautakunnan aineensensori, joka antaa tehtäville lopulliset pisteet. Pisteet annetaan niiden arviointiperusteiden mukaan, jotka ylioppilaslautakunta kullakin koekerralla on erikseen päättänyt. Eri arvosanojen suhteellinen osuus pidetään kullakin arviointikerralla jokseenkin samana.

Ainereaalin koesuoritus arvioidaan yleisesti asiasisällön sekä vastauksen kypsyyden perusteella. Taulukko 6 esittää hyvä reaalivastauksen piirteet sekä vastauksen arvoa alentavat tekijät. Kustakin tehtävästä voi saada 0-6 pistettä, lukuun ottamatta jokeritehtäviä, joista voi saada 0-9 pistettä. Kokeen lopulliset pisteet muutetaan arvosanaksi ylimmästä arvosanasta lähtien seuraavasti: (L) laudatur, (E) eximia cum laude approbatur, (M) magna cum laude approbatur, (C) cum laude approbatur, (B) lubenter approbatur ja (A) approbatur. Improbatur (I) on hylätty arvosana.

TAULUKKO 6. Hyvän reaalivastauksen piirteet ja vastauksen arvoa alentavat tekijät (muokattu YTL, 2011)

Vastauksen kypsyttä osoittavat tekijät:

- ✓ kokonaisuus jäsennelty ja johdonmukainen
- ✓ olennaisia tietoja on riittävästi
- ✓ syitä ja seurauksia tarkastellaan asianmukaisesti eri näkökulmista
- ✓ asioiden käsittely osoittaa itsenäistä tietojen ja taitojen hallintaa sekä kykyä soveltaa niitä
- ✓ tehtäviin liittyvää aineistoa käytetään asianmukaisesti
- ✓ esitetyt tiedot liitetään laajempiin asiayhteyksiin
- ✓ erotetaan tosiasiat, mielipiteet ja perustellut kannanotot toisistaan

Vastauksen arvoa alentavat tekijät:

- asiavirheet
- ajatusten epäselvä tai epätarkka ilmaiseminen
- tehtävä käsitetty väärin tai esitetty tehtävänannon kannalta täysin epäoleellisia asioita
- vastaus rakentuu mielipiteen varaan

Vastauksen asiasisällön arvioinnin perusteet laaditaan koekerroittain kullekin tehtävälle erikseen. Vuodesta 2013 alkaen YTL on julkaissut koepäivänä kunkin koetehtävän asiasisällön hyvän vastauksen piirteet, joiden on ollut tarkoitus toimia vastausmalleina kokeen suorittaneille kokelaille sekä koetta korjaaville opettajille. Varsinaiset pisteytysohjeet määrätään vasta aineensensorien lukemien kokelaiden vastausten pohjalta. Ennen vuotta 2013 YTL ja ainejärjestöt ovat yhteistyössä laatineet pisteytysohjeet kunkin koekerran koetehtävälle.

Pelkän asiasisällön ja vastauksen kypsyyden arvioinnin perusteet eivät ole riittävät lukion tärkeimmässä summatiivisessa arvioinnissa. Linjakas arviointi (Norman, 1997) syntyy siitä, että arviointikriteerit on suunniteltu sen mukaan, mitä kokelaiden halutaan osaavan. Kypsyyden ja asiasisällön lisäksi tulisi siis arvioida myös osattavan tiedon eri ulottuvuuksia (esim. faktatieto, käsitetieto, menetelmätieto) sekä kognitiivisten taitojen eri ulottuvuuksia (esim. muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida, luoda). Vasta näiden oppimiselle asetettujen tavoitteiden ja niiden arviointikriteerien perusteellinen miettiminen koetehtävien laadintavaiheessa takaa linjakkaan ja korkealaatuisen summatiivisen kokeen tavoitteiden saavuttamisen.

6 Tutkimustehtävä ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tehtävänä on selvittää, millaisia biologian ainereaalien ylioppilastehtävät ovat. Tehtävien luokittelun perusteella pyritään selvittämään esimerkiksi tehtävien vaatimien tietojen ja taitojen luonnetta ja siten kartoittamaan tehtävien vaikeustasoa.

Tutkimus pyrkii vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Minkä tyyppisiä tehtäviä biologian ylioppilaskirjoitukset sisältävät?
2. Mitä teemoja biologian ylioppilaskirjoitusten kysymykset yleisimmin käsittelevät?
3. Mitä tiedon tasoa biologian ylioppilastehtävät testaavat?

7 Tutkimuksen toteutus

7.1 Tutkimusstrategia

Tutkimuksessa käytettiin laadullista tutkimusotetta biologian ylioppilastehtävien luokitteluun. Tutkimuksessa hyödynnettiin tehtävien sisällönanalyysiä, jolla tarkoitetaan aineiston systemaattista ja objektiivista analysointia (esim. Tuomi & Sarajärvi, 2002). Tässä tutkimuksessa toteutettiin sisällönanalyysiä jakamalla tehtäviä erilaisiin luokkiin kunkin tutkimuskysymyksen mukaisesti. Laadullisen analyysin tuloksia kvantifioitiin lisäksi laskemalla niille prosenttiosuuksia.

7.2 Aineisto

Aineistona käytettiin Ylioppilastutkintolautakunnan laatimia biologian ainerealin tehtäviä vuosilta 2006–2009, jotka on julkaistu sähköisessä muodossa Yleisradion ”Abitreenit” Internet-sivustolla (YLE Asia / Monimedia, 2013). Jokainen koe koostui 12 tehtävästä, jotka perustuvat lukion opetussuunnitelman perusteisiin vuodelta 2003. Lisäksi vuosien 2006 syksyn, 2007 kevään ja syksyn sekä 2008 syksyn tehtävissä oli samalla tehtävänumerolla kaksi vaihtoehtoista tehtävää. Tehtävistä ensimmäinen (A) perustui vuoden 1994 ja tehtävistä jälkimmäinen (B) vuoden 2003 opetussuunnitelman perusteisiin. Siten aineisto koostui yhteensä kahdeksasta ylioppilaskokeesta ja 100 erilaisesta koetehtävästä.

7.3 Aineiston analysointimenetelmät

Tehtävien luokittelua toteutettiin seuraavilla tasoilla: 1) tehtävätyypeittäin, 2) teemoittain sekä 3) tiedon tason mukaan.

Tehtävätyyppihin luokittelussa käytettiin jakoa valinta- ja tuottamistehtäviin (McTighe & Ferrara, 1998). Tuottamistehtävät jaettiin edelleen: 1) suppeisiin tuottamistehtäviin, 2) tuotoksiin ja 3) yhdistelmätyypin tehtäviin, jotka sisälsivät suppean tuottamistehtävän sekä tuotoksen.

Teemoittain tehtävät luokiteltiin sen perusteella, mihin biologian perusteemaan tehtävä keskittyi (National Research Council, 1996): 1) evoluutio ja muutokset ympäristössä, 2) vuorovaikutus ja riippuvuus, 3) geneettinen jatkuvuus ja lisään-

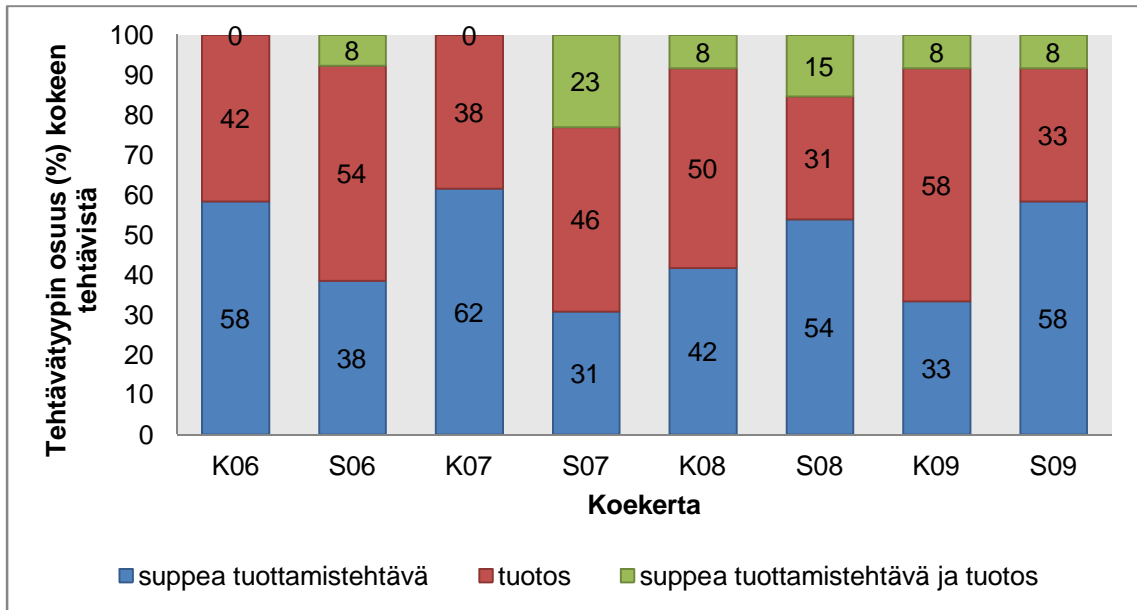
tyminen, 4) kasvu, kehitys ja erilaistuminen, 5) energia, aine ja organisoituminen sekä 6) ylläpito ja tasapaino.

Tiedon tason luokittelussa hyödynnettiin uudistettua Bloomin taksonomiaa (Anderson ym., 2001), jossa tiedolliset tavoitteet jakautuvat seuraavasti. 1) faktatieto, 2) käsitetieto, 3) menetelmätieto ja 4) metakognitiivinen tieto. Tehtävien tiedollisten tavoitteiden luokittelussa oletettiin, että tehtävälle annettu ylin luokittelutaso sisälsi myös kaikki alemmat luokittelutasot.

8 Tutkimustulokset

8.1 Tehtävä- ja vastaustyypit

Biologian ylioppilastehtävät vuosina 2006–2009 eivät sisältäneet lainkaan valintatehtäviä. Siten kaikki tarkastelussa olleet tehtävät olivat jonkinasteisia tuottamistehtäviä. Kuvio 2 esittää eri tehtävätyyppien osuuden eri koekerroilla. Suurin osa (47 %) tarkastelujakson tehtävistä oli suppeita tuottamistehtäviä, jotka vaihtelivat lyhyistä nimeämistehtävistä, taulukoinneista ja piirroksista useamman lauseen vastauksiin. Suppeat tuottamistehtävät olivat yleensä kokeen alkupään tehtäviä eli sijoittuivat koetehtäväpaikoille 1-6 (74 %). Vain 12 suppeista tuottamistehtävistä (26 %) oli sijoitettu kokeeseen tehtäväpaikoille 7-12.



KUVIO 2. Biologian ylioppilastehtävien (n=100) tehtävätyypit vuosina 2006–2009. (K) kevätlukukausi, (S) syyslukukausi, vuosiluku on ilmaistu lyhenteenä, esim. 2006 = 06.

Tuotoksia (45 %) oli tehtävissä tarkastelujakson aikana lähes yhtä paljon kuin suppeita tuottamistehtäviä (46 %). Tuotokset olivat pääosin esseetyyppisiä tehtäviä, mutta myös risteytystehtävät luokiteltiin tuotostehtäviksi, mikäli niissä oli laadittava risteytystaulukko. Esseetehtävät sisälsivät harvoin oheismateriaalia, kuten taulukoita, piirroksia tai muuta aineistoa.

Suurin osa tehtävistä, joissa yhdistyi suppea tuottamistehtävä ja tuotos olivat periytymiseen liittyviä tehtäviä, joissa vaadittiin sekä risteytyskaavion tekeminen että lyhyitä vastauksia. Yksi näistä yhdistelmätyypin tehtävistä (S07_9) oli periytymistehtävän sijaan lajiutumiseen liittyvä tehtävä, jossa vaadittiin lajin määrittämissä kaavion tekeminen ja lyhyitä vastauksia. Yhdistelmätyypin tehtäviä oli tarkastelujakson tehtävistä vähiten (9 %) ja kahdesta kokeesta ne puuttuivat kokonaan (Kuvio 2.) Taulukko 7 esittää esimerkkejä biologian ylioppilastehtävien tehtävätyypeistä.

TAULUKKO 7. Esimerkkejä biologian ylioppilastehtävien tehtävätyypeistä vuosina 2006–2009

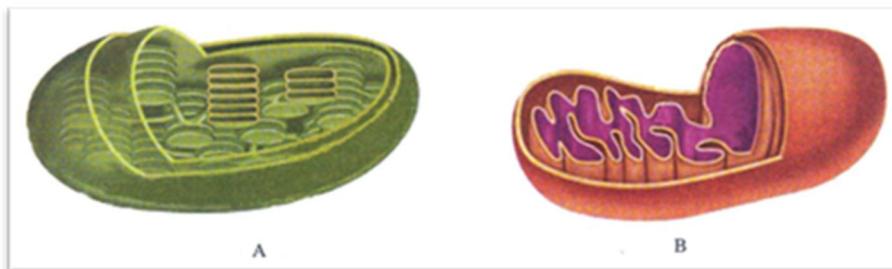
K06_1 (suppea tuottamistehtävä)

Määrittele seuraavat termiparit ja anna niistä esimerkit: a) autotrofinen eliö - heterotrofinen eliö, b) laji - rotu, c) ekologinen lokero - reviiri.

K08_1 (suppea tuottamistehtävä)

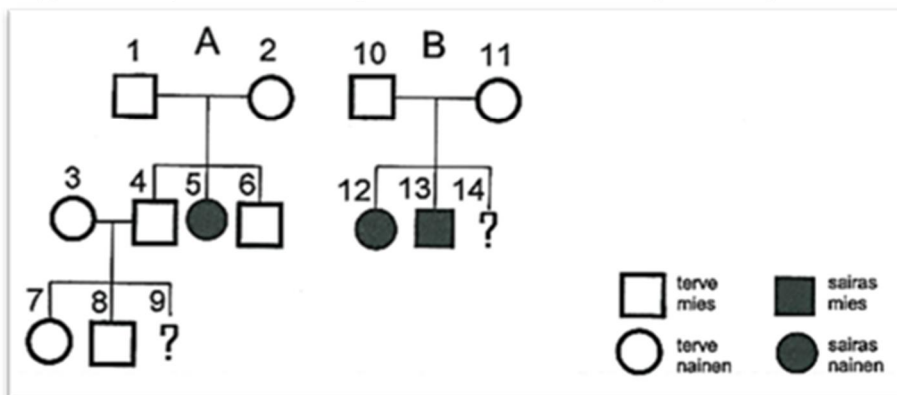
Kuvat esittävät kahta keskeisintä soluelintä.

- Nimeä soluelimet A ja B. Mitä yhteistä niiden rakenteessa on?
- Missä soluissa esiintyy molempia soluelimiä?
- Selosta lyhyesti näissä soluelimissä tapahtuvat reaktiot. Reaktioyhtälöitä ei tarvitse kirjoittaa.



S09_9 (suppea tuottamistehtävä ja tuotos)

Kuvassa on fenyyliketonurian periytyminen kahdessa eri suvussa (A ja B). Tämä perinnöllinen sairaus johtuu poikkeuksellisen korkeasta fenyylialaniinipitoisuudesta, joka haittaa hermosolujen kehitystä.



- Päättele ja perustele, onko sairausalleeli dominoiva vai resessiivinen.
- Päättele ja perustele, onko alleeli autosomaalinen vai X-kromosomaalinen.
- Millä todennäköisyydellä sukuun A syntyvä lapsi (9) on sairas?
- Millä todennäköisyydellä sukuun A syntyvä lapsi (14) on sairas?

S07_8 (tuotos)

Miten ja missä tarkoituksessa biotekniikassa käytetään hyväksi toisaalta arkkien kuumuudensietokykyä ja toisaalta siittiöiden ja alkuiden kylmänkestäomaisuutta?

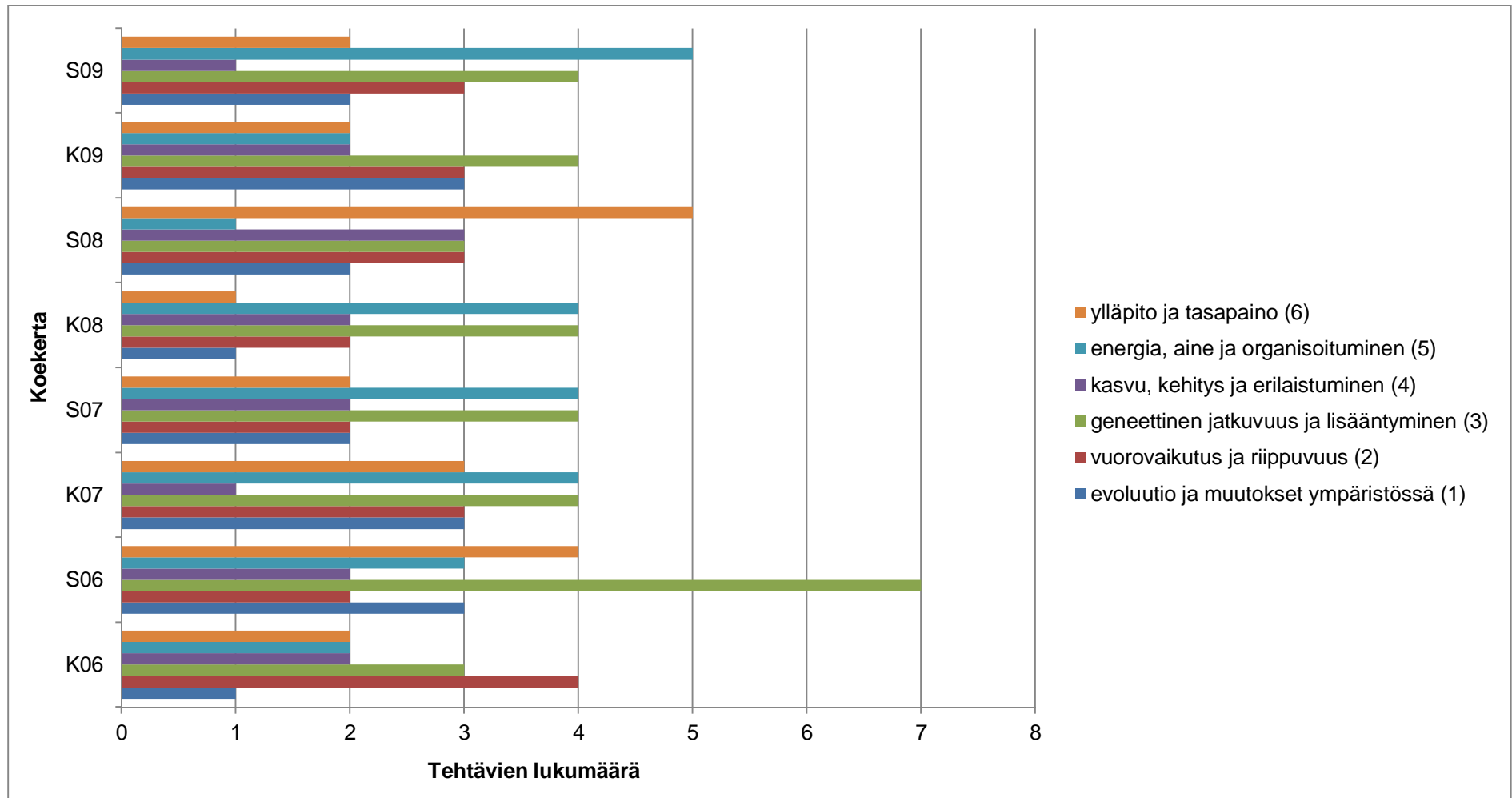
Tuotokset olivat tyypillisesti kokeen loppupään tehtäviä, sillä jopa 76 % tuotoksen vaativista tehtävistä oli sijoitettu kokeeseen tehtäväpaikoille 7-12. Vain 11 vastaavista tehtävistä (24 %) oli sijoitettu kokeeseen tehtäväpaikoille 1-6. Tarkastelujakson kokeiden yhdeksästä yhdistelmätehtävätyypistä kahdeksan oli sijoitettu kokeen keskiväliin tehtäväpaikoille 5-9. Yksi tehtävä oli sijoitettu kokeen viimeiseksi jokeritehtäväksi.

8.2 Tehtävien teemat

Biologia voidaan jakaa kuuteen eri perusteemaan (The National Research Council, 1998): 1) evoluutio ja muutokset ympäristössä, 2) vuorovaikutus ja riippuvuus, 3) geneettinen jatkuvuus ja lisääntyminen, 4) kasvu, kehitys ja erilaistuminen, 5) energia, aine ja organisoituminen sekä 6) ylläpito ja tasapaino. Tarkastelujakson ylioppilastehtävät jakautuivat eri teemoihin kuvion 3 mukaisesti.

Enemmistö (25 %) biologian ylioppilastehtävistä käsitteli geneettistä jatkuvuutta ja lisääntymistä. Sitä seuraavat perusteemat olivat järjestyksessä energia, aine ja organisoituminen (19 %), vuorovaikutus ja riippuvuus (17 %), ylläpito ja tasapaino (16 %), evoluutio ja muutokset ympäristössä (13 %) sekä kasvu, kehitys ja erilaistuminen (11 %). Eri koekerroilla havaitaan selviä painotuseroja eri teemojen välillä, kuitenkin niin, että painopiste pysyy teemoissa 2, 3 ja 5. Poikkeuksellisesti keväällä 2006 valtaosa tehtävistä käsitteli teemaa vuorovaikutus ja riippuvuus ja syksyllä 2008 teemaa ylläpito ja tasapaino.

Biologian ylioppilastehtävät käsittelivät tyypillisesti vain yhtä teemaa. Jokaisessa kokeessa oli kuitenkin vähintään kaksi tehtävää, joka käsittelivät useampaa kuin yhtä perusteemaa. Taulukko 8 esittää biologian ylioppilastehtävien ja niiden aiheiden jakautumista eri teemoihin tarkastelujakson aikana.



KUVIO 3. Biologian ylioppilastehtävien teemat vuosina 2006-2009. Yksittäinen tehtävä saattaa kuulua useampaan kuin yhteen teemaan (n≠100). (K) kevätlukukausi, (S) syyslukukausi, vuosiluku on ilmaistu lyhenteenä, esim. 2006 = 06.

TAULUKKO 8. Biologian ylioppilastehtävien (v. 2006–2009) teemat

Biologinen perusteema	Teeman sisältämät aihepiirit biologian ylioppilastehtävissä	Ylioppilaskokeen tehtävännumero							
		K06	S06	K07	S07	K08	S08	K09	S09
Evoluutio ja muutokset ympäristössä	* evoluution mekanismit ja tuotteet, eliöiden kehityslinjat * muuntelu ja luonnonvalinta, sukupuutot * luonnonsuojelubiologia, resurssien kestävä käyttö * luonnon monimuotoisuus ja eliöiden sopeutuminen	<u>5</u>	3, <u>4</u> , <u>8B</u>	<u>7</u> , 9, <u>12B</u>	2, 4	4	<u>2</u> , 8	<u>4</u> , 9, 12	<u>7</u> , <u>10</u>
Vuorovaikutus ja riippuvuus	* ekosysteemin rakenne ja toiminta, sukkessio * ihmisen toiminta (esim. viljely) ja vaikutukset (esim. uhanalaisuus) biosfäärissä, ympäristön kantokyky	1, 2, <u>5</u> , 12	<u>8B</u> , 9	1, <u>11</u> , <u>12B</u>	12AB	<u>11</u> , 12	<u>2</u> , <u>5</u> , 11	2, 5, <u>10</u>	3, <u>6</u> , <u>7</u>
Geneettinen jatkuvuus ja lisääntyminen	* perinnöllisen aineksen rakenne ja toiminta * perinnöllisyysilmiöt (esim. mutaatiot) ja risteytykset * sukusolujen muodostuminen, lisääntymistavat * geeni- ja biotekniikka	4, 9, 10	2, <u>4</u> , 5, 8A, 10, <u>11</u> , <u>12</u>	4, <u>7</u> , 8, 10	5, 6, <u>7</u> , 8	3, 5, <u>9</u> , 10	6, 10, 12	1, <u>4</u> , <u>8</u> , <u>10</u>	2, 9, <u>10</u> , 12
Kasvu, kehitys ja erilaistuminen	* solujen ja molekyylien toiminta yksilönkehityksessä * elinten rakenne, kudosten ja elinten toiminta * yksisoluisten kasvu ja siihen vaikuttavat tekijät	6, <u>7</u>	6, <u>12</u>	5	<u>7</u> , 11	6, 8	<u>4A</u> , 7, 9	<u>4</u> , 7	8
Energia, aine ja organisoituminen	* solun rakenne ja toiminta (esim. yhteyttäminen) * eliökunnan rakenne ja hierarkia * aineenvaihdunta, entsyymit, kemialliset yhdisteet ja reaktiot	3, 11	<u>1</u> , <u>11</u> , <u>12</u>	2, 6, <u>11</u> , <u>12A</u>	<u>1</u> , <u>3</u> , 9, 10	1, 2, 7, <u>11</u>	1	6, 11	1, 4, <u>5</u> , <u>6</u> , <u>11</u>
Ylläpito ja tasapaino	* eliöiden käyttäytyminen tai reagoiminen ympäristöön * homeostaasiin vaikuttavat tekijät ihmisen elimistössä * kasvien toimintaan vaikuttavat (ympäristö)tekijät	<u>7</u> , 8	<u>1</u> , 7, <u>11</u>	3, <u>11</u> , <u>12A</u>	<u>1</u> , <u>3</u> ,	<u>9</u>	3, <u>4AB</u> , <u>5</u>	3, <u>8</u>	<u>5</u> , <u>11</u>

Käytetyt lyhenteet: (K) kevätlukukausi, (S) syyslukukausi, vuosiluku on ilmaistu lyhenteenä, esim. 2006 = 06. Alleviivatut tehtävät käsittelevät useampaa kuin yhtä perusteemaa.

8.3 Tehtävien tiedolliset tavoitteet

Tieto jaetaan uudistetussa Bloomin taksonomiassa (Anderson ym., 2001) neljään eri tasoon: fakta-, käsite-, menetelmä- ja metakognitiiviseen tietoon. Biologian ylioppilastehtävissä ei tarkasteluaikana ollut yhtään metakognitiivista tietoa mittaavaa tehtävää, mistä syystä tehtävät on jaettu vain kolmeen ensimmäiseen luokkaan. Taulukko 10 esittää ylioppilastehtävien jakautumisen tiedon eri tasoille tarkastelujakson aikana.

TAULUKKO 10. Biologian ylioppilastehtävien (v. 2006–2009) tiedon tasot

Tiedon taso	Ylioppilaskokeen tehtävännumero							
	K06	S06	K07	S07	K08	S08	K09	S09
Faktatieto * tieto terminologiasta * tieto yksityiskohdista ja aineen eri elementeistä	-	-	-	-	-	-	-	4
Käsitetieto * tieto luokista ja kategorioista * tieto periaatteista ja yleistyksistä * tieto teorioista, malleista ja rakenteista	1-3, 5, 7, 8, 11	1-3, 6, 7, 8B, 11, 12	1-3, 5- 7, 9, 11, 12AB	1- 5,10- 12AB	1-4, 6-12	1- 4AB, 5, 7- 10	1-7, 11, 12	1-3, 5-8, 10, 11
Menetelmätieto * tieto aineelle tyypillisistä taidoista * tieto aineelle tyypillisistä menetelmistä ja tekniikoista * tieto kriteereistä, joilla tietty menetelmä valitaan käyttöön	4, 6, 9, 10, 12	4, 5, 8A, 9, 10	4, 8, 10	6-9	5	6, 11, 12	8-10	9, 12

Käytetyt lyhenteet: (K) kevätlukukausi, (S) syyslukukausi, vuosiluku on ilmaistu lyhenteenä, esim. 2006 = 06. Nuoli kuvaa tiedon muuttumista konkreettisesta abstraktiin.

Suurin osa (73 %) biologian ylioppilastehtävistä vaati biologisen fakta- ja käsitetiedon hallintaa. Kaikista tarkastelujakson tehtävistä vain yksi testasi ainoastaan faktatiedon osaamista. Menetelmätietoa testaavia tehtäviä oli noin viidesosa (26 %). Käsitetietoa vaativat tehtävät sijoituivat kokeeseen melko tasaisesti alkupään tehtäviksi tehtäväpaikoille 1-6 (55 %) ja loppupään tehtäviksi tehtäväpaikoille 7-12 (45 %). Menetelmätietoa vaativista tehtävistä sen sijaan valtaosa (69 %) sijoittui kokeen loppupään tehtäviksi.

9 Tulosten tulkinta

9.1 Biologian ylioppilastehtävissä vaaditaan tuottamista

Biologian ylioppilastehtävissä ei käytetä valintatehtäviä. Tarkastelujakson aikana kaikki tehtävät koostuivat erilaisista tuottamistehtävistä, lähinnä nimeämistä, lyhyistä vastauksista tai esseistä. Tikkanen (2010) toteaa samansuuntaisen tuloksen kemian ylioppilastehtävissä, joista 99 % kuului erilaisiin tuottamistehtäviin. Erona biologiaan on kuitenkin siinä, että kemian tehtävissä käytettiin valintatehtäviä, kuten monivalinta- tai vaihtoehtotehtävää.

Tulos on mielenkiintoinen, sillä varsinainen syy valintatehtävien puuttumiselle ei ole ilmeinen. Tutkimuskirjallisuuden perusteella valintatehtävät sopivat hyvin summatiiviseen arviointiin (esim. Downing & Bay, 2006) ja siten myös ylioppilaskokeeseen. Valintatehtävät esimerkiksi nopeuttaisivat ja tasapuolistaisivat tehtävien arviointia (McTighe & Ferrara, 1998), koska vastausten tulkinnanvaraisuus häviäisi. Valintatehtävien on todettu alentavan koejäännitystä (Tikkanen, 2010), mistä syystä valintatehtävien suosiminen kokeen alussa voisi olla oppilaille hyödyllistä. Lisäksi valintatehtävillä on helppo testata suuria kokonaisuuksia ilman, että ne vievät koetilanteessa runsaasti vastausaikaa (McTighe & Ferrara, 1998). Taitavasti laadituissa valintatehtävissä myös arvaamisen mahdollisuus on lähes olematon (Downing & Bay, 2006).

Tuottamista vaativat tehtävät olivat kokeessa sangen yksipuolisia, sillä esseitä suosittiin paljon. Suppeat tuottamistehtävät taas olivat lähes poikkeuksetta jonkinlaisia määrittely- tai selitystehtäviä. Tuottamista vaativien tehtävien suosiminen ylioppilastehtävinä on ongelmallista, koska kaikki oppilaat eivät osaa ilmaista tietojaan tai taitojaan esimerkiksi esseen muodossa. Tällaisille oppilaille olisi hyödyllistä, että kokeessa olisi myös tuottamistehtävistä poikkeavia tehtäviä, kuten valintatehtäviä. Tuottamistehtävien monipuolisuutta voitaisiin lisätä esimerkiksi tehtävänantoa muuttamalla. Esseetehtävistä saataisiin kiinnostavampia sekä vaikeusasteeltaan vaihtelevampia esimerkiksi liittämällä tehtävänantoihin aineistoa.

Tikkanen (2010) raportoi kemian ylioppilastehtävien sisältävän runsaasti suoritustehtäviä, kuten laskutoimituksia tai graafisten esitysten konstruointia. Biologian ylioppilastehtävissä ei tuottamistehtävissä ollut lainkaan suorituksia tai prosesseja vaativia tehtäviä. Toisaalta kyse voi olla luokitteluerosta Tikkasen aineistoon verrattuna. Biologian tehtävissä esimerkiksi risteytykset luokiteltiin tuotoksiksi ja graafiset esitykset suppeiksi tuottamistehtäviksi. Muuttamalla luokittelua biologiassa siten, että esimerkiksi risteytystehtävät luokiteltaisiin suorituksiksi, ei muuttaisi tilannetta merkittävästi. Tämä johtuu siitä, että risteytystehtäviä on koekertaa kohden tavallisesta korkeintaan yksi.

9.2 Genetiikka ja lisääntyminen ovat biologian ylioppilastehtävien suosituimmat teemat

Perinnöllisyyteen liittyvän tutkimuksen ja tiedon määrän valtava kasvu näkyy myös ylioppilastehtävien teemoissa. Jopa neljäsosa tarkastelujakson tehtävistä liittyi geneettiseen jatkuvuuteen ja lisääntymiseen. Toisaalta opetussuunnitelmat ja oppikirjojen materiaalit jatkavat samaa linjaa. Lisäksi tehtävissä suosittiin esimerkiksi solurakenteeseen ja solujen toimintaan liittyviä tehtäviä (energia, aine ja organisoituminen - teema) tai ajankohtaisiin aiheisiin, kuten ekologiaan, liittyviä tehtäviä (vuorovaikutus ja riippuvuus - teema). Esimerkiksi evolutiiviset aiheet tai yksilöiden kasvuun ja kehitykseen liittyvät aiheet jäivät tehtävissä taka-alalle.

Biologian ylioppilastehtävät olivat teemoiltaan melko monipuolisia ja heijastivat melko onnistuneesti opetussuunnitelman perusteita. Toisaalta jatkossa olisi mietittävä sitä, tulisiko tehtävien entistä vahvemmin nivoutua useisiin eri teemoihin. Tällöin tehtävät testaisivat paremmin oppilaan kokonaisvaltaista aineenhallintaa ja asioiden yhdistelykykyä. Tämä taas on oleellista, mikäli halutaan kehittää oppilaiden luonnontieteiden osaamista (*engl.* scientific literacy) (Knippels, 2002) ja siten tiedon eri tasoja. Jatkossa tulisi pohtia myös sitä, miten eri aineiden integraatiota toteutetaan, sillä esimerkiksi eri luonnontieteiden välinen integraatio on edellytys monien biologisten asioiden ymmärtämiselle. Tällä hetkellä koetehtävistä vähintään yksi on suunniteltu ainerajat ylittäväksi, vaikkei sitä tehtävässä erikseen mainita.

9.3 Biologian ylioppilastehtävissä tarvitaan käsitetietoa

Biologia, kuten muutkin luonnontieteet, perustuvat käsitteiden hallintaan: tietoon luokista ja kategorioista, periaatteista ja yleistyksistä sekä teorioista ja malleista (Krathwohl, 2002). Käsitetieto on biologian opetuksen ytimessä, mistä syystä ylioppilaskirjoitusten tehtävät pohjautuvat valtaosin käsitetiedon omaksumisen testaamiseen.

Biologian reaalikokeen tehtävistä 72 % vaati käsitetiedon osaamista, kun esimerkiksi kemiassa reaalikokeen tehtävistä vain 21 % edellytti käsitetietoa (Tikkanen, 2010). Ero on merkittävä ja kuvaa hyvin biologian ja kemian oppiaineiden välisiä eroja; kokeellisuus on merkittävämmässä osassa kemiassa kuin biologiassa. Tämä ero kouluopetuksessa näkyy paitsi opetussuunnitelmissa ja oppituntien toteutuksessa, myös opettajien palkkauksessa: kemian opettajien ns. demonstraatiolisät ovat suuremmat kuin biologian opettajien. Kemialta siis odotetaan biologiaa enemmän kokeellisuutta ja menetelmätiedon osaamista. Tutkimusten mukaan tämä heijastuu myös opettajien omiin kokemuksiin siitä, mitä oppitunnilla tehdään ja minkälaisia työtapoja toteutetaan.

Luonnontieteiden seurantalutkimuksessa vuonna 2011 todettiin, että biologian opettajat kokevat asiasisällöt niin suuriksi ja käytettävän oppituntimäärän niin pieneksi, että monipuolisten työtapojen käyttö opetuksessa jää kiireen varjoon (Kärnä ym., 2012). Samassa tutkimuksessa kemian ja fysiikan opettajat kokivat, että tarvitsivat täydennyskoulutusta entistä monipuolisempien kokeellisten työtapojen käyttöön oppitunneilla. Aineiden eriarvoisuus kokeellisen työskentelyn osalta näkyy myös ryhmäkoossa: biologiaa opiskellaan suuremmassa ryhmässä kuin kemiaa tai fysiikkaa (Kärnä ym., 2012). Siten biologian reaalikokeen tehtävien tiedon ulottuvuuden ei voida olettaa jakautuvan tästä poikkeavalla tavalla. Menetelmätietotehtävien vähyydestä johtuen biologian ainereali ei selvästi tuo esille biologiaa kokeellisuuteen perustuvana luonnontieteenä. Tästä on seurauksena biologisen tiedon jääminen luonteeltaan abstraktiksi ja pinnalliseksi, eivätkä luonnontieteiden osaamisen kriteerit täten täyty.

Menetelmätietotehtävistä 65 % käsitteli solua, perinnöllisyyttä tai bioteknologiaa. Tämä kuvaa hyvin lukion biologian kurssien rakennetta, sillä valtaosa luki-ossa opettavista menetelmistä liittyy joko solujen toimintaan tai genetiikkaan. Toisaalta ympäristöekologiaan liittyviä menetelmätietotehtäviä oli vain vähän, vaikka opetussuunnitelma vaatii tutkimuksellista otetta ympäristöekologian opiskeluun. Lisäksi, verrattuna genetiikan menetelmiin, ympäristöekologisten menetelmien käytännön opiskelu on koulussa yksinkertaisemmin toteutettavissa, koska näytteet ja laitteistot ovat helposti saatavissa. Biologian ylioppilastehtävissä voitaisiinkin menetelmätietotehtävien kohdalla miettiä tasapuolisempaa jakautumista lukion eri biologian kurssien kesken, jotta solu- ja molekyyli-tason asioiden ohella testattaisiin myös oppilaiden menetelmäosaamista esimerkiksi ympäristö- ja ihmisen biologiaan liittyvissä asioissa.

10 Johtopäätökset

10.1 Biologian ylioppilastehtävien haasteet

Biologian ainereaalin tehtävät perustuvat pääosin käsitetiedon hallintaan. Vaikka tehtävien teemat noudattavat opetussuunnitelmien sisältöjä, tulisi tehtäviä monipuolistaa, jotta voitaisiin testata sisältöjen kokonaisvaltaista oppimista. Tämä olisi mahdollista esimerkiksi monipuolistamalla tehtävätyyppejä siten, että tehtävät sisältäisivät myös valintatehtäviä pelkkien tuottamistehtävien sijaan. Menetelmätietotehtäviä voisi olla mukana nykyistä enemmän, jotta kokeessa otettaisiin paremmin huomioon biologian kokeellinen luonne. Tutkimus kuitenkin osoittaa, että biologian ainereaalin tehtävät ovat opetussuunnitelman mukaisia ja pyrkivät testaamaan oppilaiden kokonaisvaltaista aineenhallintaa.

11 Luotettavuus

Tutkimuksen aineistona olivat Ylioppilastutkintolautakunnan laatimat, muuttamattomat ylioppilaskirjoitusten biologian tehtävät vuosilta 2006–2009. Sisällön-analyysi on luotettava tutkimustapa silloin, kun se on toteutettu systemaattisesti ja objektiivisesti (Cohen ym., 2007). Analyysitavan ongelmana on kuitenkin se, ettei yhtä oikeaa tulkintaa välttämättä ole. Tästä johtuen samankin alan tutki-

muksia keskenään verrattaessa syntyy ongelmia, sillä luokittelukriteerit voivat olla erilaiset. Tässä tutkimuksessa ilmiö on huomattavissa esimerkiksi verrattaessa tutkimusta kemian lähes vastaavaan tutkimukseen. Tämä pätee erityisesti tiedontason luokittelussa. Siten tutkimuksen tässä antamat luokitukset voisivat muuttua, mikäli luokitteluperusteita muutettaisiin.

Tämän tutkimuksen sisällönanalyysin lähtökohdat loivat tutkimuskysymykset, jotka suoraan loivat luokittelun eri tasot (esimerkiksi teematyypit ja tiedon eri tasot). Tässä tutkimuksessa sisällönanalyysi toteutettiin siten, että koetehtävistä etsittiin avainsanoja, jotka pyrittiin sitten asettamaan tutkimuskysymysten eri luokkiin. Esimerkiksi verbi "nimeä" kertoi tehtävänannossa siitä, että kyseessä oli organisoitumiseen liittyvä suppea tuottamistehtävä. Suppeaan tuottamistehtävään liittyviä termejä ovat myös esimerkiksi "vertaa" ja "anna esimerkki". Toisaalta esimerkiksi verbi "tarkastele" viittasi tuotokseen, mikäli se esiintyi tehtävässä pääverbinä. Tehtävien teemojen avainsanat oli yleensä helppo löytää, sillä tehtävänannoista kävi selkeästi ilmi, minkälaista asiakokonaisuutta tehtävä testasi.

Tiedon tason sisällönanalyysi sen sijaan oli haastavampi toteuttaa. Tässä tutkimuksessa esimerkiksi kaikki periytymis- tai lajiutumiskaavioiden tekemiseen liittyvät tehtävät on luokiteltu paitsi tuotoksiksi myös menetelmätietoa vaativiksi tehtäviksi. Tämä johtuu siitä, että kummankin kaavion (periytyminen ja lajiutuminen) luomisessa käytetään tiettyjä biologian tunneilla opittuja menetelmiä. Siten esimerkiksi tehtävänantojen määritteet, kuten "perustelee vastauksesi risteytyskaavioon", "osoita taudin periytymismalli" tai "laadi risteytyskaavio" liittyvät menetelmätietoon. Toisaalta menetelmätietotehtävät saattoivat olla myös suunnittelutehtäviä, jolloin esimerkiksi tehtävänannossa "laadi selvitys millaisin menetelmin" viittasi menetelmätietoon. Monen menetelmätietotehtävän tehtävänannossa myös käytettiin sanaa "menetelmä". Faktatietotehtävään liittyviä verbejä ovat esimerkiksi "nimeä" ja "tunnista". Koska biologian ylioppilastehtävät vain harvoin rajoittuivat pelkkiin nimeämis- tai tunnistustehtäviin, vaan sisälsivät myös käsitteiden selittämistä, kyseessä oli yleensä käsitetietoon perustuva tehtävä.

Sisällönanalyysin tuloksia on käyty läpi paitsi työn ohjaajan kanssa myös kahdessa eri seminaarissa, joista toisessa työ on opponoitu toisen opiskelijan toimesta. Luokittelusta ja niiden perusteista on siten käyty keskustelua, joskaan näiden keskustelujen perusteella tehtävien analyysi tai johtopäätökset eivät ole muuttuneet. Analyysin luokitteluperusteita ja tehtävien luokitteluja on tutkijan itsensä toimesta läpikäyty useaan kertaan siten, että ensimmäisen ja viimeisen läpikäynnin välillä on ollut useita viikkoja, jopa kuukausia. Yhdenkään tehtävän luokka ei näiden läpikäyntien yhteydessä ole muuttunut.

12 Pohdintaa

12.1 Jatkotutkimuksen näkökulmia

Tutkimuksen pohjalta nousee useita jatkotutkimusmahdollisuuksia. Jatkossa kiinnostava tutkimuskohde on esimerkiksi se, miten oppilaiden suoriutuminen biologian ylioppilaskokeessa vastaa tehtävien eri luokittelutasoja. Toisaalta merkittävää olisi tarkastella tehtäviä uudistetun Bloomin taksonomian kognition tasoilla. Tällöin mielenkiintoista olisi tietää esimerkiksi se, suoriutuvatko oppilaat paremmin alemman kognitiivisen tason tehtävistä kuin ylemmän tason tehtävistä tai suoriutuvatko tytöt poikia paremmin.

Tehtävien eri luokittelutapoja voisi myös lisätä. Siten oman luokkansa voisivat muodostaa esimerkiksi aineistoa sisältävät tehtävät tai piirtämistä vaativat tehtävät, oppiainerajat ylittävät tehtävät sekä eri biologian kursseihin liittyvät tehtävät. Kiinnostavaa olisi myös tietää, onko aineiston käytöllä tai tuotoksella vaikutusta tehtävässä suoriutumiseen. Aineistoa laajentamalla olisi mahdollista vielä paremmin saada selville, mihin suuntaan biologian ylioppilaskirjoitusten tehtävät ovat muuttumassa. Tämä tutkimus toimii tuleville jatkotutkimuksille erinomaisena runkona ja taustamateriaalina.

Lähteet

- Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives (Complete edition)*. New York: Longman.
- Bahar, M., Johnstone A.H., & Hansell, M.H. (1999). Revisiting learning difficulties in biology. *Journal of Biological Education*, 33(2), 84-86.
- Bloom, B.S., Engelhart, M. D., Furst, E.J., Hill, W.H. & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay.
- Bowler, J., & Pietiläinen, K. (1997). *Ympäristötieteiden historia*. Helsinki: Art House.
- Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. London: Routledge.
- Darwin, C.R. (1859). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray.
- Downing, E.R., & Bay, W. (2006). Some results of a test on scientific thinking. *Science Education*, 20(3), 121–128.
- Finley, F.N., Steward, J., & Yaroch, W.L. (1982). Teacher's perceptions of important and difficult science content. *Science Education*, 66(4), 531-538.
- Jääskeläinen, S. (2008). *Grammar topics and their facility values: A study on the testing of grammar in the multiple choice cloze tests of A-English matriculation examinations 1995–2004*. Pro gradu. Helsinki: Helsingin yliopisto.
- Kaarninen, M., & Kaarninen, P. (2002). *Sivistyksen portti: Ylioppilastutkinnon historia*. Keuruu: Otava.

Kampourakis, K. (2013). *The Philosophy of Biology: A Companion for Educators, History, Philosophy and Theory of the Life Sciences 1*. Dordrecht: Springer Science + Media.

Karjalainen, A. (2001). *Tentin teoria*. Akateeminen väitöskirja. Oulun yliopisto, Oulu.

Knippels, M.C.P.J. (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education – The yo-yo learning and teaching strategy*. Akateeminen väitöskirja. Utrecht: CD-β Press.

Koppinen, M-L., Korpinen, E., Pollari, J. (1999). *Arviointi oppimisen tukena*. Opetus 2000. Juva: WSOY.

Krathwohl, D.R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.

Kärnä, P., Hakonen, R., & Kuusela, J. (2012). *Luonnontieteellinen osaaminen perusopetuksen 9. luokalla 2011*. Koulutuksen seurantaraportti 2012:2. Helsinki: Opetushallitus.

Magner, A. (2002). *History of the Life Sciences*. CRC Press.

McTighe, J., & Ferrara, S. (1998). *Assessing learning in the classroom*. Student assessment series. Washington D.C.: National Education Association.

National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, D.C.: Academic Press.

Norman, G.R. (1997). *Assessment in problem-based learning*. The Challenge on problem-based learning. London: Kogan Page, 263-268.

Opetushallitus (2003). *Lukion opetussuunnitelman perusteet 2003*. Helsinki:

Opetushallitus. Saatavissa:

http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/ops_uusi.pdf.

Opetushallitus (2012). Opetushallituksen lehdistötiedote 62/2012. Luettu

15.6.2012. Saatavissa:

http://www.oph.fi/download/142894_tiedote_62_2012.pdf.

Pintrich P.R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into practice*. 41(4),

Schwab, J.J. (1963). *Biology teacher's handbook*. Biological Sciences Curriculum Study. New York: Wiley.

Schleiden, M.J. (1837). *Untersuchungen über Phytogenesis*. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. Berlin. Käännös: Smith, H. (1847). Contributions to Phytogenesis. *Microscopic Investigations on the Accordance in the Structure and Growth of Plants and Animals*. London: The Sydenham Society.

Schwartz, R.S., Lederman, N.G. & Crawford, B.A. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: an explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science education* 88(4): 610-645.

Shepard, L. (1989). Why we need better assessments. *Educational Leadership*, 46(7), 4–9.

Steward, J.H. (1982). Difficulties experienced by high-school students when learning basic Mendelian genetics. *The American biology Teacher*, 44(2), 80-84; 89.

Stiggins, R.J., & Conklin, N.F. (1992). *In teachers' hands: Investigating the practices of classroom assessment*. New York: State University of New York Press.

Tikkanen, G. (2010). *Kemian ylioppilaskokeen tehtävät summatiivisen arvioinnin välineenä*. Akateeminen väitöskirja. Helsingin yliopisto, Helsinki.

Tilastokeskus (2009). Ylioppilastutkinnot. Luettu 2.3.2013. Saatavissa: <http://tilastokeskus.fi/org/historia/ylioppilastutkinnot.html>.

Tuomi, J., & Sarajärvi, A. (2002). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. Helsinki: Tammi.

Törhönen, H. (1998). *Ylioppilastutkinnon ja teknillisen korkeakoulun valintakokeiden fysiikan tehtävien vertailu*. Pro Gradu. Helsinki.

Wiggins, G. (1992). Creating tests worth taking. *Educational Leadership*, 49(8), 26–33.

Vuorio-Lehti, M. (2007). Valkolakin hohde: keskustelua ylioppilastutkinnon merkityksestä Suomessa toisen maailmansodan jälkeen. *Kasvatus & Aika*, 1(1), 19–33.

YLE Asia / Monimedia (2013). Abitreenit. Luettu 1.6.2013. Saatavissa: <http://abitreenit.yle.fi/yo-kokeet>.

YTL (Ylioppilastutkintolautakunta) (2009). Ylioppilastutkintolautakunnan yleiset määräykset ja ohjeet. Luettu 5.6.2013. Saatavissa: <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/maaraykset/ohjeet>.

YTL (Ylioppilastutkintolautakunta) (2011). Reaaliaineiden kokeiden määräykset. Luettu 5.6.2013. Saatavissa: <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/maaraykset/ainekohtaiset/reaaliaineidenkokeet>
[1.1.2012alkaenjulkaistaanlokakuunaikana](http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/maaraykset/ainekohtaiset/reaaliaineidenkokeet).

YTL (Ylioppilastutkintolautakunta) (2013). Ylioppilastutkinto Suomessa. Luettu 6.6.2013. Saatavissa: <http://www.ylioppilastutkinto.fi/fi/ylioppilastutkinto>.