



**TURUN  
YLIOPISTO**

Matemaattis-luonnontieteellinen  
tiedekunta

# **Digitaaliset ominaisuudet oppimisen tukena lukion biologian digitaalisissa oppimateriaaleissa**

- Elämä ja evoluutio (moduuli BI1)

Salla Tiilikka

Biologia

Pro gradu -tutkielma

Laajuus: 20 op

Ohjaajat:

Eija Yli-Panula

Kai Ruohomäki

12.12.2022

Turku

Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

Pro gradu -tutkielma

**Pääaine:** Biologia

**Tekijä:** Salla Tiilikka

**Otsikko:** Digitaaliset ominaisuudet oppimisen tukena lukion biologian digitaalisissa oppimateriaaleissa – Elämä ja evoluutio (moduuli BI1)

**Ohjaajat:** Eija Yli-Panula, Kai Ruohomäki

**Sivumäärä:** 29 sivua + liitteet 1 sivu

**Päivämäärä:** 12.12.2022

---

Digitaalisten oppimateriaalien, kuten digitaalisten oppikirjojen käytön lisääntyminen Suomen lukioissa on havaittavissa sekä tilastollisesti että opetussuunnitelman näkökulmasta. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää mitä digitaalisia ominaisuuksia Suomen lukioissa yleisesti käytössä olevat digitaaliset oppikirjat sisältävät, ja miten nämä tukevat digitaalisen oppikirjan käyttäjää oppimaan biologiaa. Digitaalisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan tässä aihepiirissä sähköisissä oppimateriaaleissa esiintyviä ominaisuuksia, kuten videoita, joita vastaavissa painetuissa oppikirjoissa ei pysty esiintymään. Digitaalisten ominaisuuksien tarjoamalla tuella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa digitaalisen ominaisuuden ohjaavaa vaikutusta, mikä auttaa oppikirjan käyttäjää oppimaan. Tutkimuksen aiheistona toimii lukion biologian moduulin 1 (Elämä ja evoluutio) digitaaliset oppikirjat kolmelta eri kustantajalta. Sanoma Pron Bios 1, Otavan Biomi 1 ja E-opin Symbioosi 1 digitaaliset, LOPS 2021 mukaiset oppikirjat käytiin kokonaisuudessaan läpi. Digitaalisissa oppikirjoissa esiintyneet digitaaliset ominaisuudet kirjattiin ylös ja ne esitetään tutkimuksessa taulukkomuodossa. Näiden digitaalisten ominaisuuksien opiskelijalle tarjoamaa tukea tarkastellaan teoreettisesti sijoittamalla ominaisuudet tiedon ja ajattelun tasolle aikaisempien tutkimustulosten ja teorioiden perusteella. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että digitaalisissa oppikirjoissa esiintyvät digitaaliset ominaisuudet tarjoavat tukea enimmäkseen kahdella alimmalla ajattelun ja tiedon tasolla. Suurin osa digitaalisista ominaisuuksista tukee opiskelijaa siis fakta- ja käsitetiedon muistamisessa ja ymmärtämisessä. Digitaalisten oppikirjojen alusta mahdollistaa suuremman sisältömäärän painettuun oppikirjaan verrattuna. Biologisen sisältötiedon erilaiset esitysmuodot, kuten digitaalisissa oppikirjoissa esiintyvät animaatiovideot ja interaktiiviset kuvat, tarjoavat tukea erilaisille oppijoille.

---

**Avainsanat:** digitaalinen ominaisuus, digitaalinen oppikirja, oppiminen, Bloomin taksonomia

Masters's thesis

**Subject:** Biology

**Author:** Salla Tiilikka

**Title:** Digital features supporting learning in high school digital textbooks

**Supervisors:** Eija Yli-Panula, Kai Ruohomäki

**Number of pages:** 29 pages + 1 annex page

**Date:** 12.12.2022

---

The use of digital educational materials, such as digital textbooks has increased significantly statistically and from curriculums perspective. The aim of this study is to find out what digital features does commonly used Finnish biology digital textbooks contain and how those features support learning in biology. In this study by digital features, I mean features that appear in digital textbooks but can not appear in traditional textbooks, for example videos. By the support of digital features in this study I mean the guiding influence of digital features that help digital textbook users to learn. In this study the data is gathered from high school digital biology module 1 textbooks from three different publishers that are in accordance with the LOPS 2021. Sanoma Pro's Bios 1, Otava's Biomi 1 and E-oppi's Symbioosi 1 were reviewed as a whole and all digital features that appeared were written down and are presented in tabular form in this study. The support provided by these digital features was examined theoretically by placing the features on the levels of knowledge and thinking, based on previous research results and theories. The digital features found in these three digital textbooks provide support mostly at the two lowest levels of thinking and knowledge. Most of the digital features therefore guide the student to remember and understand factual and conceptual biological information. The platform of digital textbooks enables a larger amount of content compared to a printed version of the textbook. Various presentation forms of biological content information, such as animated videos and interactive images in digital textbooks, offer support for different kind of learners.

---

**Keywords:** digital feature, digital textbook, learning, Bloom's taxonomy

# Sisällysluettelo

<b>1</b>	<b>Johdanto</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Digitaaliset oppimateriaalit</b>	<b>1</b>
1.1.1	Digitaalisten oppimateriaalien yleistyminen	1
1.1.2	Digitaalinen vai painettu oppikirja?	2
1.1.3	Oppikirja digitaalisella alustalla	3
1.1.4	Digitaalinen oppikirja oppilaiden näkökulmasta	4
<b>1.2</b>	<b>Oppimateriaalin tarjoama tuki</b>	<b>5</b>
<b>1.3</b>	<b>Tutkimuskysymykset</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Aineisto ja menetelmät</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b>Aineisto</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Menetelmät</b>	<b>7</b>
2.2.1	Digitaalisten ominaisuuksien kerääminen aineistosta	7
2.2.2	Digitaalisten ominaisuuksien analysointi	8
<b>3</b>	<b>Tulokset</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Digitaaliset ominaisuudet aineistossa</b>	<b>10</b>
3.1.1	Kvantitatiiviset digitaaliset ominaisuudet	10
3.1.2	Jatkuvat digitaaliset ominaisuudet	13
<b>3.2</b>	<b>Digitaalisten ominaisuuksien tarjoama tuki</b>	<b>17</b>
3.2.1	Digitaaliset ominaisuudet tiedon ja ajattelun tasoilla	17
3.2.2	Tehtävät digitaalisissa ja painetuissa oppikirjoissa	22
<b>4</b>	<b>Pohdinta</b>	<b>24</b>
	<b>Kiitokset</b>	<b>26</b>
	<b>Lähteet</b>	<b>27</b>
	<b>Liitteet</b>	
	<b>Liite 1. Taulukko 3 esimerkkeineen</b>	

# 1 Johdanto

Elämme nopeaa sähköistymisen murrosvaihetta oppimateriaalien kehityksessä. Tästä syystä digitaalisten oppimateriaalien tutkiminen oppimateriaalin käyttäjän oppimisen tukemisen näkökulmasta on tärkeää. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää mitä digitaalisia ominaisuuksia Suomen lukioissa yleisesti käytössä olevat digitaaliset oppikirjat sisältävät ja miten ne tukevat digitaalisen oppikirjan käyttäjää oppimaan biologiaa. Digitaalisilla ominaisuuksilla tarkoitetaan tässä aihepiirissä sähköisissä oppimateriaaleissa esiintyviä ominaisuuksia, joita vastaavissa painetuissa oppikirjoissa ei pysty esiintymään. Tällaisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi videot, itsekorjautuvat tehtävät ja interaktiiviset ryhmätyöalustat. Digitaalisten ominaisuuksien tarjoamalla tuella tarkoitetaan tässä tutkimuksessa digitaalisen ominaisuuden ohjaavaa vaikutusta, mikä auttaa oppikirjan käyttäjää oppimisessa. Tavoitteena on tarjota tietoa digitaalisten oppikirjojen digitaalisten alustojen teknisistä ominaisuuksista ja pedagogisista ratkaisuista kolmen biologian digitaalisen oppikirjan näkökulmasta.

Laajemmasta näkökulmasta tutkimus tarjoaa tietoa siitä, mitä lisäarvoa digitaaliset oppikirjat tuovat alustan tarjoamien digitaalisten ominaisuuksien kautta. Opetuksen järjestäjät, opettajat ja mahdollisesti myös digitaalisten oppikirjojen kustantajat voivat hyötyä tutkimuksen kokoamasta digitaalisten oppikirjojen kokonaiskäsityksestä. Tutkimus tarjoaa erityisesti biologian opettajille käsityksen tämän hetken digitaalisten oppimateriaalien ominaisuuksien käyttäjilleen tarjoaman tuen tasosta, minkä avulla opettaja voi kohdistaa pedagogista tukeaan osa-alueille ja tasoille, joilla digitaalinen oppikirja ei suoraan tue oppilasta. Aihetta ei ole aiemmin tutkittu tästä näkökulmasta, joten tämä tutkimus toimii ensisijaisena tiedonlähteenä digitaalisten ominaisuuksien mahdollisuuksista oppimisen tukemisessa.

## 1.1 Digitaaliset oppimateriaalit

### 1.1.1 Digitaalisten oppimateriaalien yleistyminen

Digitaaliset oppikirjat ovat levinneet kouluihin Suomessa nopeasti 2010-luvun aikana (Pernaa ym. 2019, Suomen kustannusyhdistys 2021). Suomen lukioissa astui 2021 syksyllä voimaan kaksi uudistusta: oppivelvollisuuden laajentuminen toiselle asteelle ja uusi opetussuunnitelma (Opetushallitus 2019). Oppivelvollisuuden laajentuminen toiselle asteelle edellytti myös toisen asteen muutosta maksuttomaksi. Nämä muutokset vaikuttavat

sekä suoraan että välillisesti jo ennestään kasvussa olevaan digitaalisten oppimateriaalien käytön lisääntymiseen. Suomen Kustannusyhdistyksen vuoden 2021 tilastoinnin perusteella kustantajien tarjoamien lukion digitaalisten oppimateriaalien kokonaismyynti on kasvanut merkittävästi vuodesta 2016 lähtien. Vuonna 2020 jo yli puolet (53,1 %) lukion oppimateriaalin kokonaismyynnistä oli digitaalisten oppimateriaalien tuottoa. Vuoden 2021 tammi-elokuun aikana digitaalisten oppimateriaalien myynnin osuus oli jo 71,7 % (Suomen Kustannusyhdistys 2021).

Digitaalisuus näkyy vahvasti Suomen uusissa opetussuunnitelmissa. Lukion uusi opetussuunnitelma (Opetushallitus 2019) painottaa digitaalisten oppimisympäristöjen käyttöä osana opetusta. Opetussuunnitelma velvoittaa opettajaa ohjaamaan opiskelijaa digitaalisten oppimisympäristöjen, oppimateriaalien ja työvälineiden hyödyntämiseen opiskelussa (Opetushallitus 2019). Digitaaliset oppimisympäristöt mainitaan useita kertoja myös oppiainekohtaisissa oppimistavoitteissa ja näiden keskeisissä sisällöissä. Opetussuunnitelman digitaalisten oppimisympäristöjen korostamisen taustalla on laajempi yhteiskunnallinen ilmiö, digitalisaatio, joka vaikuttaa lähes kaikkiin elämän osa-alueisiin ja vaatii kansalaisilta digitaalista osaamista (Neittaanmäki ym. 2021), johon koulutus pyrkii opetussuunnitelmamuutoksin vastaamaan.

### **1.1.2 Digitaalinen vai painettu oppikirja?**

Digitaalisten ja painettujen oppimateriaalien välillä on eroavaisuuksia erityisesti siinä, miten materiaalia teknisesti käytetään, mutta molempien päätarkoituksena on tukea opiskelijan itsenäistä oppimista ja opettajan opetusta. Digitaalisia oppimateriaaleja on useissa yhteyksissä kritisoitu niiden huonosta soveltamisesta digitaaliselle alustalle sopiviksi (Allen 2013; Heikkilä 2015). Osin syyt kritisointiin ovat samat kuin tieto- ja viestintäteknologian (TVT) käyttöönoton esteet. Laitteiden, ohjelmistojen ja verkkoyhteyksien hankintamahdollisuuksia on pidetty ongelmallisena, negatiiviset asenteet ja uskomukset TVT:stä ovat esillä ja lisäksi teknologian pedagogisen käytön osaamisen puutteita esiintyy (Ertmer ym. 2012). TVT:n yleistyessä kehityksen myötä nämä esteet ovat pienentyneet vuosien kuluessa (Pernaa ym. 2019). Valtaosa digitaalisesta oppimateriaalista on oletettavasti PDF-muotoisen painetun kirjan vastine (Mikkilä-Erdmann 2017). Painettujen oppikirjojen digitointi on edelleen yleinen digitaalisten oppimateriaalien muoto, mutta varsinkin edellä mainittujen artikkeleiden julkaisuajankohtina tarjotut digitaaliset oppimateriaalit olivat enimmäkseen vain sähköiseen muotoon muutettuja oppikirjoja eli e-

oppikirjoja, joissa alustan mahdollistamia digitaalisia ominaisuuksia ei juurikaan hyödynnetty.

Tossavaisen (2019) mukaan digitaalisten oppimateriaalien paremmuus painettuihin materiaaleihin verrattuna näkyy pitkälti vain vuorovaikutteisten työalustojen avaamalla mahdollisuuksilla ja opettajan korvaamisena esimerkiksi mekaanisten tehtävien tarkistuksessa, mitkä mahdollistavat joustavammat oppimistilanteet ajan ja paikan suhteen. Jälkimmäinen vapauttaa opettajaa opetuksen teknisestä osasta ja saattaa antaa lisää aikaa muulle pedagogisesti tärkeämmälle osalle opetusta. Lisäksi oppilaan oppimateriaalista saama palaute, kuten tehtävän automaattinen tarkistus, eriyttää oppilaita eli mahdollistaa yksilöllisen etenemisen ja oppimisen itsenäiseen tahtiin.

### **1.1.3 Oppikirja digitaalisella alustalla**

Sankilan (2015) toteamus ”kanava ei ratkaise, kanava mahdollistaa” kuvastaa hyvin digitaalisen alustan tarjoamia mahdollisuuksia. Digitaalisen alustan ansiosta oppimateriaalista pystyy luomaan monipuolisemman. Monista digitaalisten alustojen tarjoamista mahdollisuuksista huolimatta ongelmia digitaalisten oppimateriaalien kehittämisessä ja käytössä on esiintynyt sekä kustantajien että kuluttajien puolella. Nopean siirtymän ja digitaalisten materiaalien kysynnän vuoksi oppikirjailijat olivat uuden äärellä, tuottamassa heille tuntemattomammassa muodossa oppimateriaalia. Vertailukohtia ja esimerkkejä, saati tutkimustietoa digitaalisten oppimateriaalien pedagogiikasta tai koulutusta aiheesta ei ollut (Ruuska 2019). Ruuskan mukaan eniten vaikeuksia aiheuttivat kuitenkin tekniikan kankeus sekä tuotekehittelyn rajallisuus.

Mikkilä-Erdmannin (2017) mukaan aikaisempaa painettujen oppikirjojen konseptia ei sellaisenaan ole mielekästä pyrkiä siirtämään digitaaliseen muotoon, vaan oppimateriaalikonsepti vaatii itsessään uudistuksen. Perinteinen painettu oppikirja on muodoltaan lineaarinen ja tietyssä järjestyksessä etenevä, kun taas digitaalinen oppikirja on muodoltaan joustavampi ja usein epälineaarinen (Anttila ym. 2014). Tästä syystä digitaalinen oppimateriaali tulisi suunnitella alustan lähtökohdat ja ominaisuudet paremmin huomioiden, pyrkimättä jäljittelemään paperisen oppikirjan tuttua lineaarista mallia. Pedagogisesti toimivan ja tarkoituksenmukaisen digitaalisen materiaalien luominen vaatiikin paljon pedagogista kekseliäisyyttä ja alustansa mahdollisuuksien sekä rajojen ymmärtämistä.

Digitaalisista oppikirjoista käytetäänkin termiä oppikirja oppimisympäristönä, joka tarkoittaa, että digitaalinen oppikirja suunnitellaan alustansa ehdoilla, integroiden oppikirja osaksi sähköistä oppimisympäristöä (Pernaa ym. 2019). Samassa tutkimuksessa selvisi, että suurimmalla osalla Suomen kustantamoista on käytössään eri digitaaliset alustat, joista jokaisella on omia ominaispiirteitä. Digitaalisen alustan epälineaarisuus mahdollistaa joustavuuden ja usein eduksi koetaan sen nopea ja helppo muokattavuus (Pernaa ym. 2019; Uusi-Hallila 2019). Oppimateriaalin muokattavuus mahdollistaa monia pedagogisesta näkökulmasta tärkeitä asioita, kuten oppilaiden tai opetusryhmien eriyttämisen, oppiainerajoja ylittävää eheytyä ja sisällön tai asettelun muokkaamista eri tilanteisiin.

#### **1.1.4 Digitaalinen oppikirja oppilaiden näkökulmasta**

Monien oppilaiden mielestä digitaaliset oppimateriaalit ovat kiinnostavia (esim. Kaisla 2015). Oppilaan motivaatio digitaalisen oppimateriaalin käyttämiseen rakentuu erityisesti kolmen tekijän perusteella. Ensinnäkin itseohjautuvuuden mahdollisuus, erityisesti vapaus päättää oman työskentelyn etenemisestä, toiseksi oppimateriaalin käytön adaptiivisuus, mikä mahdollistaa oppilaan omien kykyjen mukaan etenemisen sekä kolmanneksi digitaalisen oppimateriaalialustan sisäänrakennetun tietotekniikan toimivuus lisäävät oppilaan motivaatiota. Lisäksi digitaalisten oppimateriaalien käytön motivaatioon vaikuttavat monipuoliset ja vaihtelevat opetus- ja työtavat (Kaisla 2015). Monesti eri yhteyksissä (Heikkilä 2015; Mikkilä-Erdmann 2017) on kuitenkin todettu, että oppilaat ja opiskelijat suosivat perinteistä paperimuotoista materiaalia digitaalisiin oppikirjoihin verrattuna. Tähän saattaa olla useita selityksiä, kuten digitaalisten oppikirjojen hankalampi käyttö tai perinteisiin paperimuotoisiin materiaaleihin tottuminen.

Lasten ja nuorten nettiympäristöstä, erityisesti sosiaalisesta mediasta opitaan helposti hyppivä ja silmäilevä digitaalisen sisällön lukutapa. Oppilaat ja opiskelijat harjoittelevat koulussa erilaisia lukutekniikoita usein lineaaristen, paperisten tekstien kanssa, mutta digitaalinen materiaali vaatii kuitenkin erilaisia lukustrategioita epälineaarisen, wikimuotoisen luonteensa vuoksi. Digitaaliseen ympäristöön yhdistetty silmäilevä ja hyppivä lukustrategia ei edistä syvällisemmän lukuprosessin kehittymistä (Mikkilä-Erdmann 2017). Oppilaille myös digitaalisen materiaalin esteettisillä puolilla on suuri merkitys, sillä lapset ja nuoret ovat tottuneet viimeistellyyn tietokonegrafiikkaan ja TVT-alustoihin, kuten peleihin ja sosiaalisen median sovelluksiin. Tästä syystä moni digitaalinen oppimateriaali näyttää nuorten silmiin vaatimattomalta (Uusi-Hallila 2019). Edellä mainitut saattavat



olla osasyitä nykyisten digitaalisten oppimateriaalien käyttövaikeuksiin ja oppilaiden negatiivisiin kokemuksiin.

## 1.2 Oppimateriaalin tarjoama tuki

Oppimateriaalit pyrkivät oppisisällön tarjoamisen lisäksi antamaan tukea oppimiseen. Hyvä oppimateriaali myös kannustaa oppilaita oppimaan (Uusi-Hallila 2019). Oppimisella tarkoitetaan jonkin tiedon tai taidon omaksumista harjoittelun ja opetteluun kautta (Kielitoimiston sanakirja 2021). Oppimiseen liittyy sisällöllinen puoli eli mitä opetellaan ja pedagoginen puoli, eli miten opetellaan (Shulman 1986). On kyseessä mikä tahansa oppimisympäristö, nämä kaksi asiaa ovat keskiössä. TPACK-model (Mishra ym. 2006) kuvaa teknologis-pedagogis-sisällöllisen tietämyksen yhteyttä ja sitä, kuinka pedagoginen ja sisällöllinen tieto tulee liittää teknologiseen osaamiseen tilanteessa, jossa teknologista alustaa, kuten digitaalista oppimateriaalia pyritään käyttämään oppimista varten. Oppimista tapahtuu eri tasoilla ja ylempien tiedon tasojen saavuttaminen vaatii alempien tasojen hallitsemista. Lisäksi oppimiseen liittyy taidollinen puoli, jonka kehittymistä voidaan tukea.

Tiedon ja taidon tasoja on mielekästä luokitella oppimisen ymmärtämiseksi ja opeteltavien sisältöjen jäsentämiseksi. Benjamin Bloomin (1956) uudistetun taksonomian (Anderson ym. 2001) suomenkielinen taulukko (Aksela ym. 2012) luokittelee tiedollisen osaamisen neljään tasoon: fakta-, käsite-, menetelmä- ja metakognitiiviseen tietoon sekä ajattelun tasot kuuteen tasoon; muistaa, ymmärtää, soveltaa, analysoida, arvioida ja luoda. Ajattelun tasot koostuvat alemman ja ylemmän tason kognitiivisista taidoista (Zoller 1993). Alemman (LOCS) ajattelun tasoja ovat muistaa ja ymmärtää sekä usein myös soveltaa. Ylempiä (HOCS) ajattelun tasoja ovat analysoida, arvioida ja luoda. Ajattelun tasot ovat hierarkkisia, joten ylempät ajattelun tasot vaativat alempien ajattelun tasojen osaamista. Esimerkiksi ulkoa opettelu ja muistista palauttaminen ovat alemman kognitiivisen tason taitoja, jotka eivät itsessään vaadi aiheeseen liittyvää ymmärrystä, toisin kuin tiedon soveltaminen ja kriittinen ajattelu, jotka taas vaativat syvempää ymmärrystä (Crowe ym. 2008).

Bloomin taksonomiaa (Bloom 1956) on käytetty laajasti pedagogisissa tutkimuksissa oppimisen ja opetuksen kategorisoinnissa. Bloomin taksonomiaa on uudistettu (Anderson ym. 2001) ja sovellettu eri konteksteissa. Taksonomiataulu auttaa muun muassa mielekkään opetuksen suunnittelussa (Aksela ym. 2012). Digitaalisten oppimateriaalien sisältöä

ja sen oppilaalle antamaa tukea voi myös tarkastella taksonomiataulun näkökulmasta. Digitaalista materiaalia osana opetustaan käyttävä opettaja voi tarkastella materiaalin antamaa tukea taksonomiataulun avulla ja suunnata oppilaille antamaansa tukea niille tiedon ja taidon tasoille, joissa digitaalinen materiaali ei käyttäjäänsä tue.

Blooming Biology Tool (BBT) on biologiseen kontekstiin luotu Bloomin taksonomiaa (Bloom 1956) soveltava taulukko, jota voidaan käyttää apuvälineenä biologian aihepiirin kysymysten ajattelun tason arvioinnissa (Crowe ym. 2008). Edellä mainittuun taulukkoon on kerätty biologian aihepiirin koetehtävien tehtävänannoissa esiintyneitä verbejä, jotka on luokiteltu ajattelun tasoille ja näistä on annettu biologisen aihepiirin yleisiä esimerkkejä. Lisäksi taulukkoon on kerätty tehtävätyyppien eroavaisuuksia ajattelun tasojen välillä. Erityisesti alemmilla ajattelun tasoilla esiintyy monivalinta-, lyhyen vastauksen ja esseetehtävien lisäksi nimeämis-, täydentämis- ja väittämätehtäviä, joita ylemmän ajattelun tasojen (analysoida ja luoda) tehtävissä ei esiinny.

### **1.3 Tutkimuskysymykset**

Tässä tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitä digitaalisia ominaisuuksia Elämä ja evoluutio moduulin (BI1) digitaalisissa oppikirjoissa esiintyy?
2. Millä uudistetun taksonomian tiedon ja ajattelun tasoilla (Anderson ym. 2001; Aksela ym. 2012) digitaaliset ominaisuudet tukevat biologista oppimista?

Tutkimuksen tulosten perusteella opettaja pystyy digitaalisten oppikirjojen näkökulmasta suunnittelemaan opetustaan ja kohdistamaan tukeaan tarvittaville osa-alueille. Lisäksi tutkimus tarjoaa tietoa eri oppikirjasarjojen painotuksista digitaalisten ominaisuuksien esiintyvyyden suhteen. Tutkimus tarjoaa epäsuorasti tästä näkökulmasta lukijalle tietoa myös siitä, millä oppimisen tasoilla tietyn oppikirjasarjan materiaali tukee opiskelijaa ja millä mahdollisesti ei.

## **2 Aineisto ja menetelmät**

Tutkimuksen aineistona käytän Sanoma Pron Bios 1 Elämä ja Evoluutio -digikirjaa (Happonen ym. 2021), Otavan Biomi 1 -digiopetusaineistoa (Aaltonen ym. 2021) ja E-Opin Symbioosi 1 -digitaalista oppikirjaa (Aivelo ym. 2021). Tutkimus on luonteeltaan laadullinen, mutta esitän aineistosta myös määrällistä tietoa.

### **2.1 Aineisto**

Valitsin tutkimukseen lukion biologian ensimmäisen moduulin (BI1) sähköiset oppimateriaalit edellä mainituista oppikirjasarjoista kahdesta syystä. Tutkimuksen suunnittelun aikana oli käynnissä lukion uuden opetussuunnitelman (LOPS 2021) käyttöönotto ja kaikkien oppimateriaalien moduuleista ei ollut saatavilla uuden opetussuunnitelman mukaisia materiaaleja. Lisäksi aineistoksi valitut ovat suurten kustantamoiden oppikirjasarjoja, jotka ovat yleisesti käytettyjä Suomen lukioissa.

Sanoma Pron Bios- ja Otavan Biomi-oppikirjoista on digitaalisen version lisäksi myös painettu, perinteinen oppikirja. E-opin Symbioosi-oppikirjasarja on ainoastaan digitaalisessa muodossa. E-opin oppikirjoja käytetään usein myös osana Peda.netin verkko-oppimisympäristöä, johon lisenssin ostanut koulu voi oppikirjan kopioida. Myös Sanoma Pron ja Peda.netin välille on kehitetty yhteiskäyttöä. Tässä tutkimuksessa en käsittele Peda.netin toimintoja, jotka osaltaan tarjoavat monia digitaalisia ominaisuuksia erityisesti oppimateriaalin muokkaamiseen ja opettajan oman materiaalin lisäämiseen.

### **2.2 Menetelmät**

#### **2.2.1 Digitaalisten ominaisuuksien kerääminen aineistosta**

Aloitin tutkimuksen selvittämällä, mitä digitaalisia ominaisuuksia digitaaliset oppikirjat sisältävät ja kuinka useasti laskettavissa olevat ominaisuudet toistuvat materiaaleissa. Digitaalisilla ominaisuuksilla tarkoitan tässä tutkimuksessa sähköisissä oppimateriaaleissa esiintyviä ominaisuuksia, joita vastaavissa painetuissa oppikirjoissa ei pysty esiintymään. Digitaaliset oppimateriaalit sisältävät kvantitatiivisia digitaalisia ominaisuuksia, kuten videoita ja linkkejä sekä jatkuvia digitaalisia ominaisuuksia, kuten suodatustyökalu ja tekstin kuunteluominaisuus. Jatkuvilla ominaisuuksilla tarkoitan tässä tutkimuksessa sellaisia digitaalisia ominaisuuksia, jotka eivät ole laskettavissa eli ovat joko koko materiaalissa

toistuvia tai luonteeltaan sellaisia, että ne esiintyvät oppikirjassa vain kerran, kuten lähtötasotesti ja materiaalin käytön opastus. Esitän kvantitatiiviset ja jatkuvat digitaaliset ominaisuudet erillisissä taulukoissa.

Kävin tutkimuksen aineiston digitaaliset oppikirjat kokonaisuudessaan järjestelmällisesti läpi. Taulukoin ja kirjasin ylös jokaisen digitaalisen ominaisuuden, sijainnin materiaalissa, toistuvuuden ja tarkemman selitteen ominaisuudesta. Kävin digitaaliset oppikirjat läpi yksitellen ja kokosin tulokset taulukoihin oppikirjakohtaisesti. Digitaalisten ominaisuuksien suhteen keskityin erityisesti opiskelijoille näkyviin ja opiskelijoilla käytössä oleviin ominaisuuksiin, en opettajan ja opetuksen tueksi tarjottuihin lisämateriaaleihin.

Esitin aineiston kaikki digitaaliset ominaisuudet tiivistetyssä taulukkomuodossa. Kvantitatiiviset ominaisuudet esitin niiden havaittuina yhteenlaskettuina lukumäärinä sekä suhteellisina osuuksina kirjasarjoittain. Jatkuvista ominaisuuksista esitin vain tiedon siitä, missä aineistoksi valituista digitaalisista oppikirjoista ominaisuus esiintyy. Taulukot antavat toissijaisesti tietoa myös oppimateriaalien välisistä eroista digitaalisten ominaisuuksien esiintyvyyden suhteen.

### **2.2.2 Digitaalisten ominaisuuksien analysointi**

Luokittelin oppimateriaaleista löytyneet digitaaliset ominaisuudet tiedon ja ajattelun tasoille ja sijoitin ne kaksiulotteiseen taksonomiatauluun (Anderson ym. 2001; Aksela ym. 2012). Luokittelun teoriapohjana käytin Bloomin taksonomian (Bloom 1956) uudistettua suomenkielistä taulukkoa (Anderson ym. 2001, Kärnä ym. 2012). Tarkastelin digitaalisia ominaisuuksia kahdesta näkökulmasta: siitä millä tiedon tasoilla ominaisuuden tarjoama biologian oppiainekohtainen sisältötieto on ja mitä ajattelun tasoja ominaisuus tukee tai ohjaa materiaalin käyttäjää harjoittamaan. Esittelen tulokset taulukossa. Esittelen selkeyden vuoksi erillisessä taulukossa digitaalisissa oppikirjoissa esiintyviä tehtäviä ja vertaan tehtäväkategorioiden määrää painettujen oppikirjojen tehtävämääriin, jotta pystyn esittelemään digitaalisen oppikirjan tuomaa lisäarvoa tehtävien näkökulmasta. Tähän tarkasteluun otin vain Bios- ja Biomi- oppikirjat, sillä Symbioosi-kirjasarjasta on olemassa ainoastaan digitaalinen versio, eikä vertaileva näkökulma ole tästä syystä mahdollinen.

Tukena luokitteluun käytin Akselan ym. (2012) artikkelin luonnontieteellisen kontekstin tiedon- ja ajattelun tasojen luokittelutaulukoita sekä Stannyn (2012) artikkelin ajattelun

tasoja kuvaavaa verbitaulukkoa. Verbitaulukossa on esitetty meta-analyysillä koottu yhteenveto ajattelun tasoja kuvaavista verbeistä. Ensin arvioin digitaalisen ominaisuuden tiedon tasoa luonnontieteellisen tiedon luokittelutaulukon (Aksela ym. 2012, taulukko 3 s. 15) alaluokkien ja esimerkkien yhtäläisyyksien avulla. Tämän jälkeen tarkastelin digitaalista ominaisuutta ajattelun tason näkökulmasta. Arvioin ominaisuuden tarjoamaa tukea tai ohjausta ajattelutaitoja luokittelevan taulukon (Aksela ym. 2012, taulukko 4 s. 17) alaluokkien ja esimerkkien yhtäläisyyksien avulla. Lisäksi verbitaulukon (Stanny 2012, taulukko 1 s. 5-6) verbien luokittelun perusteella pystyin joidenkin digitaalisten ominaisuuksien kohdalla esiintyneiden verbien perusteella arvioimaan sitä, millä ajattelun tasolla kyseinen ominaisuus opiskelijaa tukee.

Kaikkia digitaalisia ominaisuuksia en pystynyt sijoittamaan taksonomiatauluun, sillä digitaalisten ominaisuuksien luonteissa on eroavaisuuksia. Osa ominaisuuksista on teknistä seurausta digitaalisesta alustasta, eikä niiden voida katsoa tukevan materiaalin käyttäjää millään tietyllä tasolla. Kootusta taulukosta (taulukko 3) näkee, millä tiedon ja ajattelun tasoilla tarkastelemieni digitaalisten oppimateriaalien digitaaliset ominaisuudet tukevat oppijaa ja millä eivät. Kävin kokonaisuudessaan läpi tutkimuskohteena olevat digitaaliset oppimateriaalit, joten tein totaaliotannan eikä aineistossani esiinny otokseen liittyvää epävarmuutta. Taksonomiatauluun luokittelemieni digitaalisten ominaisuuksien tuloksia tulkitessa otin huomioon henkilökohtaisen tulkinnan virhemahdollisuuden. Tämän virhemahdollisuuden pienentämiseksi hyödynsin edellä esitetyin tavoin Akselan ym. (2012) luonnontieteellisen kontekstin tiedon- ja ajattelun tasojen taulukoita sekä Stannyn (2012) artikkelin Bloomin taksonomian (Bloom, 1956) ajattelun tasoja kuvaavaa verbitaulukkoa.

### 3 Tulokset

Olen jakanut tulokset kahteen alalukuun tutkimuskysymysten mukaan. Luku 3.1 keskittyy ensimmäiseen tutkimuskysymykseen eli siihen mitä digitaalisia ominaisuuksia materiaaleissa esiintyy ja kuinka monesti ominaisuudet toistuvat. Luvussa 3.2 esitän toisen tutkimuskysymyksen tuloksia eli digitaalisissa oppikirjoissa esiintyvien ominaisuuksien sijoittumista tiedon ja ajattelun tasoille.

#### 3.1 Digitaaliset ominaisuudet aineistossa

Taulukossa 1 (A ja B) esitän digitaaliset ominaisuudet, joiden laskennallinen määrä eli toistuvuus materiaalissa voidaan ilmaista. Taulukko on selkeyden vuoksi kahdessa osassa (1A ja 1B). Taulukossa 1A ovat kaikki aineiston kvantitatiiviset ominaisuudet niiden absoluuttisina määrinä sekä osuuksina oppikirjakohtaisesti. Taulukossa 1B videot on eritelty alakategorioihin. Taulukossa 2 ovat digitaaliset ominaisuudet, jotka eivät ole lasketavissa eivätkä siksi ole kvantitatiivisesti esitettävissä.

##### 3.1.1 Kvantitatiiviset digitaaliset ominaisuudet

Esittelen seuraavaksi aineistosta löytyneitä kvantitatiivisia digitaalisia ominaisuuksia. Eopin Symbioosin (Aivelo ym. 2021) ja Otavan Biomin (Aaltonen ym. 2021) biologiset käsitteet ovat interaktiivisia. Lukijan siirtäessä cursorin sanan päälle käsitteen selitys tulee näkyville, jolloin käsitettä ei tarvitse etsiä esimerkiksi käsiteluettelosta, vaan lukija voi jatkaa tauotta kappaleen lukemista. Symbioosin kappaleiden tekstissä esiintyi interaktiivisten käsitteiden lisäksi myös hyperlinkkejä, joita painamalla avautui uuteen välilehden käsitteen Wikipedia-sivu. Myös Sanoma Pron Bios:in (Happonen ym. 2021) kappaleiden tekstissä esiintyy linkkejä oppikirjan ulkopuolisille sivuille. Kaikki Bios:in linkit ovat Helsingin Sanomien uutisartikkeleita, joiden sisältö on oppikirjan aihetta syventävä. Biomissa moduulia koskevat ulkopuolisten sivujen lisämateriaalilinkit on koottu samalle sivulle digikirjan lisämateriaaleihin linkkipankiksi. Biomin kappaleiden teksteissä on myös avattavia lisätietolaatikoita, joiden sisältö on kappaleen aihetta syventävää.

Kaikki tarkastelemani digitaaliset oppikirjat sisältävät videoita (taulukko 2 B). Tässä kappaleessa tarkastelen kaikkien oppikirjojen videoaineistoa kokonaisuutena ja esitetyt tiedot on esitetty osuuksina tästä kokonaisuudesta. Kaikissa tarkastelemissani digitaalisissa oppikirjoissa esiintyy lajivideoita (35,4 %), animaatioita (13,8 %) ja havainnollistavan esimerkin (15,4 %) esittäviä videoita. Lajivideot esittelevät lajille tyypillisiä piirteitä,

kuten fysiologisia erityispiirteitä ja liikkumista. Digikirjojen animaatiot mallintavat ja havainnollistavat biologisia tapahtumia, kuten fossiilien syntyä (esimerkiksi Bios luku 6, Symbioosi luku 2.9), allopatrista lajiutumista (Symbioosi luku 2.5) ja meioosia (Biomi luku 5). Havainnollistavat esimerkkivideot, kuten perhosen muodonvaihdos (Symbioosi luku 3.4), biologisen innovaation esittely (Bios luku 1) ja havupuun tuulipölytyys (Biomi luku 5) tuovat esille ilmiöitä ja havainnollistavat luettua esimerkin kautta. Haastatteluvideoita (15,4 %) löytyi Bios- ja Biomi-digikirjoista. Biomin kaikki haastatteluvideot (Biomin lisämateriaali: videot, ammatit) ja suurin osa Bios:in haastatteluista (Bios luku 1) ovat biologiseen ammattiin liittyviä haastatteluita. Aineiston ainoa menetelmävideo (1,5 %) on mikroskoopin käyttöä ja preparaatin valmistusta käsittelevä (Biomi luku 4). Suurin osa Symbioosi-digikirjan videoista on Opetus.tv:n biologisia ilmiötä kertaavia videoita, joissa ilmiötä selitetään opetusvideolla sekä havainnollistetaan piirtämällä ja kirjoittamalla.

Symbioosissa osa kuvista on sijoitettu selattaviin kuvagallerioihin (esim. luku 3.4), joissa kappaleen kuvia pystyy selaamaan kuvateksteineen. Interaktiivisia kuvia, kuten Thinglink-kuvia esiintyy Symbioosissa (esim. luku 2.2) ja Biomissa (ainoastaan luku 4). Interaktiivisissa kuvissa selittävä informaatio on lisätty kuvaan huomioitaviin kohtiin järjestysnumeroina tai palloina. Sijoittaessa kursorin näiden päälle, tulee esiin kuvan yksityiskohtia selittävä laatikko, joka saattaa sisältää tekstin lisäksi toisen kuvan tai videon. Lisäksi Symbioosista löytyy kaksi 3D-rakennemallikuvaa (esim. luku 1.4), joissa on hyödynnetty samaa interaktiivista ominaisuutta. Bios:in jokaisen kappaleen loppuun on sijoitettu interaktiiviset muistikortit, joiden avulla lukija pystyy harjoittelemaan kappaleessa esiintyvää käsitteistöä. Symbioosista löytyy yksi linkki ihmislajin tieteellistä luokittelua harjoittavalle Quizlet-sivulle (Symbioosi ainoastaan luku 2.8).

Itsekorjautuvia tehtäviä löytyi aineiston kaikista digitaalisista oppikirjoista. Itsekorjautuvilla tehtävillä tarkoitetaan muun muassa monivalinta-, luokittelu- ja järjestystehtäviä, jotka kirja pystyy tehtävän tekemisen jälkeen tarkistamaan ja antamaan oppilaalle välittömästi palautteen. Symbioosin itsekorjautuvat tehtävät on sijoitettu osaksi kappaleen tekstiä, kun taas Biomin ja Bios:in kaikki tehtävät on sijoitettu kappaleen tekstin jälkeen omiin osioihinsa. Symbioosi-digikirjan koko moduulin sisältöä kertaavat tehtävät (luku 4.2) ovat myös itsekorjautuvia. Bios:in moduulin koko sisällön kertaus on toteutettu pelin kautta. Peli on digitaalinen pakohuonepeli, jossa vastaamalla oikein moduulin sisältöky-symyksiin, pelaaja saa koodin osia, joita käyttämällä pelissä pääsee etenemään.

Yleisellä tasolla selvisi, että digitaalisissa oppikirjoissa materiaalia on paljon. Digitaalinen alusta mahdollistaa painettuun materiaaliin verrattuna suuremman sisältömäärän. Digitaalisessa oppikirjassa esiintyy esimerkiksi ulkopuolisten sivustojen linkkejä ja artikkeleita, mutta myös oppikirjan omaa materiaalia, kuten tekstimuotoista lisätietoa ja enemmän tehtäviä. Tästä syystä esittelen luvussa 3.2.2 lyhyesti myös vertailevaa tietoa digitaalisten ja painettujen oppikirjojen tehtävien lukumääristä tehtäväkategorioittain esimerkkinä digitaalisten oppikirjojen laajemmasta sisältömäärästä painettuihin oppikirjoihin verrattuna.



**Taulukko 1.** Kvantitatiiviset digitaaliset ominaisuudet Sanoma Pron Bios 1, Otavan Biomi 1 ja E-Opin Symbioosi 1 digitaalisissa oppikirjoissa. **A.** Kvantitatiivisten digitaalisten ominaisuuksien määrät ja osuudet. **B.** Videoiden määrät alakategorioittain.

<b>A. digitaalinen ominaisuus</b>	<b>Bios – Sanoma Pro</b>		<b>Biomi – Otava</b>		<b>Symbioosi – E-oppi</b>	
<i>interaktiivinen käsite</i>			206	69,4 %	245	51,0 %
<i>linkki (muut kuin videot)</i>	11	12,4 %			78	16,3 %
<i>linkkipankki</i>			45	15,2 %		
<i>avautuva lisätietolaitikko</i>			8	2,7 %		
<i>video</i>	23	25,8 %	13	4,4 %	29	6,0 %
<i>kuvagalleria</i>					22	4,6 %
<i>interaktiivinen kuva (Thinglink)</i>			2	0,7 %	23	4,4 %
<i>interaktiiviset muistikortit</i>	12	13,5 %			1	0,2 %
<i>itsekorjautuva tehtävä</i>	42	47,2 %	23	7,7 %	75	15,6 %
<i>itsekorjautuva kertaustehtävä</i>					7	1,5 %
<i>kertauspeli</i>	1	1,1 %				
<i>3D-rakennemalli</i>					2	0,4 %
<i>yhteensä</i>	89		297		480	

<b>B. video</b>	<b>Bios – Sanoma Pro</b>	<b>Biomi – Otava</b>	<b>Symbioosi – E-oppi</b>
<i>haastattelu</i>	6	4	
<i>lajivideo</i>	11	2	10
<i>animaatio</i>	3	2	4
<i>havainnollistava esimerkki</i>	3	4	3
<i>menetelmävideo</i>		1	
<i>kertaava (Opetus.tv)</i>			12
<i>yhteensä</i>	23	13	29

### 3.1.2 Jatkuvat digitaaliset ominaisuudet

Kaikissa tarkastelluissa digitaalisissa oppikirjoissa esiintyy materiaalin käytön tekninen opastus, jossa kerrotaan muun muassa digitaalisten ominaisuuksien toimintojen käytöstä. Bios:in ohjeistus löytyy moduulin aloitussivulta, kun taas Biomista ja Symbioosista ohjeet löytyvät yleiseltä ohjesivulta linkin kautta. Symbioosin ohjeissa on lisäksi esittelyvi-

deo E-opin materiaalien käytöstä. Bios:in moduulin aloituksesta löytyy ohjeistuksen lisäksi diagnostista eli opiskelijoiden oppimisedellytyksiä kartoittavaa arviointia (Opetushallitus 2022). Lähtötasotesti koostuu perusopetuksen oppimäärän biologisista perustiedoista ja -käsitteistä, kuten populaatio, evoluutio. Tavoitteet moduuliin toimivat diagnostisena itsearviointina opiskelijalle ja antavat tietoa opetusryhmän tavoite- ja osaamistasonsa myös moduulin opettajalle.

Digitaalisista oppikirjoista löytyy monia teknisiä toimintoja, joiden avulla materiaalin käyttöä on pyritty sujuvoittamaan. Kaikkien aineiston digitaalisten oppikirjojen kuvia on mahdollista suurentaa painamalla kuvaa ja lisäksi Biomin yläpalkista löytyy mahdollisuus muuttaa koko sivukokonaisuuden kokoa. Biomin yläpalkissa esiintyvä haku materiaalista mahdollistaa esimerkiksi tietyn käsitteen tai kohdan hakemisen digikirjasta. Symbioosi-digikirjassa yläpalkista löytyy myös hakutoiminto, jolla haun pystyy tekemään koko E-opin materiaaleista ja hakutuloksia voi suodattaa oppiaineen ja luokka-asteen mukaan. Bios:in digikirjassa on suodatustyökalu, jonka avulla oppikirjamateriaalia on mahdollista suodattaa kompaktimmaksi tilannekohtaisesti suodattamalla näkyviin vain teksti, tehtävät ja opettajan versiossa opettajan materiaali. Ajastin, johon kirjan käyttäjä voi asettaa tietyn ajan kulumaan tai laittaa sekuntikellon päälle löytyy Symbioosin digikirjan yläpalkista.

Aineiston digitaalisista oppikirjoista löytyy useita kappaletekstiin ja sen lukemiseen liittyviä digitaalisia ominaisuuksia. Kaikista läpikäydyistä digitaalisista oppikirjoista löytyy mahdollisuus kuunnella kappaleen teksti lukemisen sijaan. Bios:in ja Symbioosin ääneenlukutoiminto on automaattinen, kun taas Biomissa toiminto on äänikirjaan verrattava luetun tekstin äänite. Bios:in tekstinkuuntelu sisältää lisäksi muitakin toimintoja, kuten tekstin korostaminen äänitteen edetessä, tekstin suurentaminen äänitteen edetessä ja äänitteen nopeuden säätö. Biomin kappaleiden tekstiä lukiessa on mahdollista laittaa yläpalkin toiminnoista näkyviin tekstiä rivittävä lukuviivain, joka peittää alla olevaa sisältöä. Kaikista tutkituista digitaalisista oppikirjoista löytyy mahdollisuus tehdä piirtotyökalun avulla tekstiin korostuksia yli- tai alleviivauksin tai maalaamalla haluttu tekstikohta kursorilla. Biomin ja Symbioosin tekstin korostukseen on kolme eri väriä ja lisäksi mahdollisuus laittaa korostukseen kommentti eli luoda tekstistä interaktiivista. Bios:in tekstinkorostusominaisuudessa on mahdollisuus kuunnella valittu kohta, hakea kohta sanakirjasta ja

kääntää se toiselle kielelle. Bios:issa on myös erillinen piirtotyökalu tekstin oikeanpuoleisessa palkissa, jolla merkintöjä pystyy tekemään tekstin lisäksi esimerkiksi kuviin.

Tarkastelemissani oppimateriaaleissa oppimiseen liittyviä toimintoja ja ominaisuuksia on integroitu osaksi lukujen tekstisisältöä. Symbioosissa osaksi lukujen tekstisisältöä on sijoitettu itsekorjautuvia perustason tehtäviä, joita lukija voi tehdä jo lukiessaan tekstiä. Biomin ja Bios:in digikirjoissa on mahdollisuus muistiinpanojen kirjoittamiseen sivun oikean sivuun avattavaan tekstikenttään. Tekstikentässä on käytössä normaalit tekstinmuokkausominaisuudet, kuten lihavointi ja kursivointi sekä mahdollisuus lisätä linkkejä. Biomista löytyy lisäksi mahdollisuus lisätä kuvia osaksi muistiinpanoja. Bios:in muistiinpanot kiinnittyvät osaksi kappaletta, jonka auki ollessa muistiinpanot ovat näkyvissä, kun taas Biomin muistiinpanot kirjoitetaan yhtenäiselle tekstisivulle.

Tarkastelemistani digitaalisista oppikirjoista löytyy myös materiaalia käyttäville opettajille tarkoitettuja digitaalisia ominaisuuksia. Nämä ominaisuudet vaikuttavat välillisesti myös oppimateriaalia käyttäviin opiskelijoihin, joten esittelen lyhyesti näitä ominaisuuksia. Opettajan on mahdollista muokata Bios:in ja Symbioosin digikirjaa. Bios:in materiaalia on mahdollista muokata järjestelemällä ja piilottamalla opiskelijoilta jaksoja ja lukuja sekä lisäämällä jaksoihin omaa teoriasisältöä ja tehtäviä tai luoda kokonaan uusia jaksoja ja lukuja. Teoriasisältö voi olla teksti-, linkki- ja tiedostomuodossa. Tehtävä, jonka materiaaliin pystyy lisäämään, voi olla muodoltaan kirjallinen tehtävä tai tiedostonpalautustehtävä. Symbioosissa olemassa oleviin lukuihin pystyy lisäämään materiaalia teksti-, tiedosto- ja kuvamuodossa sekä luomaan tehtäväosioon omia tehtäviä. Myös Symbioosiin luotu tehtävä voi olla muodoltaan kirjallinen tehtävä tai tiedostonpalautustehtävä. Symbioosiin luotuun tehtävänantoon opettaja voi myös lisätä tiedoston. Biomissa materiaalia ei pysty lisäämään tai muokkaamaan, mutta jokaisen luvun tehtävissä on yksi avoin tehtävä, johon materiaalin käyttäjä voi tehdä teksti- tai tiedostomuotoisen palautuksen.

Tarkastelemissani oppimateriaaleissa esiintyy edistymisen seuraamista tukevia ominaisuuksia. Biomin analytiikkasivu, Bios:in ohjaamo ja Symbioosin tehtäväkokonaisuudet eroavat toiminnoiltaan jonkin verran toisistaan, mutta kaikkien on tarkoitus mahdollistaa opiskelijoiden edistymisen seuraaminen. Edellä mainitut toiminnot ovat opettajan käytössä, mutta myös opiskelija voi saada palautetta tehtävistä kyseisen ominaisuuden kautta.

Biomin käyttäjä voi lisäksi seurata edistymistään lukukohtaisesti digitaalisen oppikirjan etusivun sisällysluettelon palkkien avulla. Itsearviointia ja itsearviointitehtäviä esiintyy Bios:issa ja Symbioosissa. Bios:issa ja Symbioosissa jokaisen tehtävän alla on itsearviointiasteikko. Bios:issa neljän hymiön asteikko, johon opiskelija pystyy arvioimaan onnistumistaan. Symbioosissa arvioidaan viiden tähden asteikolla, jonka lisäksi opiskelija pystyy antamaan sanallisen itsearvion tehtävään. Tehtäväkohtaisten itsearviointien lisäksi Biomissa ja Symbioosissa on materiaalin lopussa Likert-asteikolla vastattava itsearviointi moduulin sisällön osaamiskokemuksista. Bios:issa moduulin lopussa opiskelijalla on lisäksi mahdollisuus antaa palautetta opettajalle opintojaksosta ja opetuksesta.

**Taulukko 2.** Jatkuvat digitaaliset ominaisuudet Sanoma Pron Bios 1, Otavan Biomi 1 ja E-Opin Symbioosi 1 digitaalisissa oppimateriaaleissa.

<i><b>digitaalinen ominaisuus</b></i>	<i><b>Bios - Sanoma Pro</b></i>	<i><b>Biomi - Otava</b></i>	<i><b>Symbioosi - E-oppi</b></i>
<i>materiaalin käytön opastus</i>	x	x	x
<i>lähtötasotesti (itsekorjautuva)</i>	x		
<i>tavoitteet moduuliin (itsearviointi)</i>	x		
<i>materiaalin suodatus</i>	x		
<i>haku materiaalista</i>		x	x
<i>muistiinpanot</i>	x	x	
<i>kuuntele teksti</i>	x	x	x
<i>korostus ja kommenttityökalu</i>	x	x	x
<i>piirtotyökalu</i>			
<i>lukuviivain</i>		x	
<i>sivukokonaisuuden suurentaminen</i>		x	
<i>kuvien suurentaminen</i>	x	x	x
<i>ajastin</i>			x
<i>itsearviointi</i>	x		x
<i>interaktiivinen käsiteluettelo</i>			x
<i>materiaalin muokkaus</i>	x		x
<i>tekstisisältöön integroidut tehtävät</i>			x
<i>omien tehtävien lisääminen</i>	x		x
<i>tehtävien seuraaminen ja analytiikka</i>	x	x	x
<i>oman edistyksen seuraaminen</i>		x	
<i>palaute opettajalle</i>	x		
<b>yhteensä</b>	<b>13</b>	<b>10</b>	<b>12</b>

## 3.2 Digitaalisten ominaisuuksien tarjoama tuki

### 3.2.1 Digitaaliset ominaisuudet tiedon ja ajattelun tasoilla

Sijoitin taksonomiatauluun (taulukko 3) kaikki digitaaliset ominaisuudet, joiden sijoittaminen oli perusteltavissa menetelmät-osiossa esiteltyjen artikkelien (Aksela ym. 2012 ja Stanny 2012) perusteella. Laajempi taksonomiataulukko esimerkkeineen ja esimerkkien sijainteineen digitaalisissa oppikirjoissa on esitetty liitteissä (liite 1). Osa digitaalisista ominaisuuksista esiintyy useammalla tasolla, sillä esimerkiksi itsekorjautuvat tehtävät, riippuen tehtävästä, harjoittavat eri tiedon- ja ajattelun tasojen osaamista. Kaikkia digitaalisia ominaisuuksia en pystynyt sijoittamaan taulukkoon ominaisuuksien teknisen luonteen vuoksi. Esimerkiksi kuvien suurentaminen, ajastin ja kuvagalleria eivät ominaisuutena itsessään tue oppikirjan lukijaa millään tietyillä tiedon- tai ajattelun tasoilla, vaan toimivat ennemmin oppikirjan teknisinä toteutuksina, eivätkä tästä syystä, ainakaan kiistatta, ole sijoitettavissa tietyille tiedon- ja ajattelun tasoille. Tällaiset tekniset ominaisuudet helpottavat digitaalisten oppikirjojen yleistä käytettävyyttä.

Oppikirjoissa esiintyneiden digitaalisten ominaisuuksien opiskelijoille tarjoama tuki painottuu ajattelun tasoista muistamisen ja ymmärtämisen sekä tiedon tasoista fakta- ja käsitetiedon tasoille. Taulukkoon sijoitetuista digitaalisista ominaisuuksista (N=48) suurin osa, 93,8 % tukee opiskelijan ajattelun taitojen kehittymistä muistamisen (54,2 %) ja ymmärtämisen (39,6 %) tasoilla. Yksikään digitaalinen ominaisuus ei sijoitu ajattelun tasoille arvioida tai luoda ja vain muutama tasoille soveltaa (4,2 %) ja analysoida (2 %). Oppikirjojen digitaaliset ominaisuudet tukevat opiskelijaa enimmäkseen ajattelun kahdella alimmalla, muistamisen ja ymmärtämisen tasolla.

Suurin osa, 77,1 % taulukon (taulukko 3) digitaalisista ominaisuuksista tukee tiedon tasoista faktatiedon (43,8 %) ja käsitetiedon (33,3 %) karttumista. Vajaa neljäsosa, 22,9 % sijoittuu menetelmätiedon (10,4 %) ja metakognitiivisen (12,5 %) tiedon tasoille. Tiedon tasoilla jakautuminen on tasaisempaa ajattelun tasoilla jakautumiseen verrattuna, mutta myös tiedon tasoista kaksi alinta tasoa, fakta- ja käsitetieto korostuvat.

Interaktiiviset käsitteet tukevat opiskelijan biologisten käsitteiden mieleen palauttamista ja tukevat kappaleen tekstiin keskittymistä, kun opiskelijan ei tarvitse etsiä käsitteen selitetä käsiteluettelosta tai toisesta lähteestä. Interaktiivisiin käsitteisiin rinnastettava in-

teraktiivinen käsiteluettelo hyperlinkkeineen yhdistää käsiteluetelun käsitteet luvun tekstiin. Interaktiivinen käsite mahdollistaa suuremman määrän sisältöä kompaktimmassa muodossa, käsiteluetelun ollessa osana luvun tekstiä. Myös Biomissa esiintyvät avautuvat lisätietolaatikot (esim. Biomi luku 11) mahdollistavat suuremman sisältömäärän ja tarjoavat lisätietoa aiheesta tukien erityisesti faktatiedon ymmärtämistä. Lisäksi Symbioosin lukujen tekstisisällössä esiintyvät käsitteiden tai historiallisten henkilöiden Wikipedia-sivuille johtavat hyperlinkit tukevat faktatiedon muistamista, mutta tämän lisäksi myös ymmärtämistä artikkelin laajempien tietojen ja esimerkkien kautta. Interaktiiviset käsitemuistikortit, joita esiintyy Bios:in lukujen lopussa tukevat opiskelijaa biologisten käsitteiden muistamisessa tarjoamalla mieleenpalautus harjoitusta. Interaktiivisista muistikorteista Symbioosissa (Symbioosi luku 2.8) esiintyvä linkki ihmislajin luokittelun Quizlet-sivulle tukee luokitusten ja kategorioiden käsitetiedon kehittymistä.

Aineistossa interaktiivisten kuvien (esim. Thinglink) kautta esitetty tieto ja havainnollistus tukee opiskelijaa useammilla tasoilla sisällöstä ja esitystavasta riippuen. Esimerkiksi kasvi- ja eläinsolun rakennetta kuvaava interaktiivinen kuva (esim. Biomi luku 4, Symbioosi luku 1.4) esittää soluelinten nimiä ja tehtäviä eli tukee opiskelijaa muistamaan esitettyä faktatietoa. Osa interaktiivisista kuvista tukee faktatiedon ymmärrystä (Symbioosi luku 1.5, ravintoverkko) auttamalla esimerkiksi kaavakuvaan tai mallinnukseen liittyvien käsitteiden tulkitsemista. Interaktiiviset kuvat tukevat myös periaatteiden ja niistä esitettyjen mallien (Symbioosi luku 3.3, sanikkaisten lisääntyminen) ymmärrystä. Lisäksi interaktiiviset kuvat tukevat menetelmätiedon ymmärtämistä, kuten kuvaajien tulkitsemista (Symbioosi luku 1.5). Interaktiivisiin kuviin rinnastettavissa olevat interaktiiviset 3D-rakennemallit (Symbioosi luku 1.4 ja 3.4) tukevat faktatiedon, käsitteiden ja rakenteiden nimien muistamista, mutta tarjoavat myös mallintavaa käsitetietoa.

Videot osana digitaalista oppikirjaa tukevat lukijaa useilla tiedon- ja ajattelun tasoilla. Animaatiovideot tarjoavat faktatietoa, kuten käsitteitä (esim. Bios luku 8, kasvisolun rakenne) ja pyrkivät havainnollistamaan mallia katsojalle (Biomi luku 5, meioosi). Solun rakennetta mallintava video asettaa faktatiedon solumalliin ja tukee käsitetiedon, kuten mallien ymmärtämistä. Myös laji- ja havainnollistavat videot tukevat käsitetiedon ymmärtämistä. Lajivideot (Symbioosi luku 3.4, vesikirppu ja Bios luku 8, *Euglena*) tukevat eliökunnan luokitteluun yhteydessä esitettyjen esimerkkilajien piirteiden ymmärtämistä ja lajintuntemusta. Havainnollistavissa videoissa (Bios luku 1, korvaa-kuulokkeiden valmistusvaiheet ja Symbioosi luku 3.4, perhoslajin muodonvaihdos) esitetään käsitelty aihe

tai aiheeseen liittyvä asia todellisen esimerkin kautta. Havainnollistava video tukee aiheen ymmärrystä ja antaa todellisia esimerkkejä. Symbioosin videoista suurin osa on Opetus.tv:n tarjoamia opetusvideoita (luku 2.5 isolaatiomekanismit), joissa yhdistyy faktatiedon kertaaminen sekä käsitetiedon visuaalinen havainnollistaminen ja mallintaminen. Aineistossa esiintyvät haastatteluvideot (Biomi ammattivideot, Bios luku 1) tukevat metakognitiivista tietoa opiskelijan itsetuntemuksen kautta tarjoamalla esimerkkejä biologian alan ammasteista ja tutkimuskohteista. Aineistossa esiintyy yksi menetelmäoppimista tukeva video (Biomi luku 4), jossa mikroskoopin käyttöön ja preparaatin valmistamiseen liittyvä periaatteita esitellään ja kerrataan.

Digitaalisista oppimateriaaleista löytyy opiskelijan itsearviointia tukevia digitaalisia ominaisuuksia, kuten omien tavoitteiden asettamiseen kannustavat itsearvioinnit ja oman edistymisen seuraaminen. Bios:issa esiintyvä 'tavoitteet moduuliin'-tehtävä tukee opiskelijaa asettamaan tavoitteita omalle oppimiselleen moduulin opiskelun ajalle. Symbioosissa ja Bios:issa esiintyvät itsearvioinnit tehtävien lopussa tukevat opiskelijaa reflektoidaan tehtävän onnistumista ja mahdollista kertaamisen tarvetta. Biomin sisällysluettelossa esiintyvät palkit näyttävät tehtyjen tehtävien osuutta kappaleen kaikista tehtävistä. Palkeista opiskelija pystyy seuraamaan omaa edistymistään. Edellä mainitut digitaaliset ominaisuudet tukevat metakognitiivisen tiedon kehittymistä, erityisesti itsetuntemuksen ymmärryksen ja kehittymisen näkökulmasta. Lisäksi kaikista tarkastelemistani digitaalisista oppikirjoista löytyy materiaalin käyttöopas opiskelijan tueksi.

Digitaalisissa oppikirjoissa esiintyy erilaisia itsekorjautuvia tehtäviä ja testejä, joilla opiskelija kerta opikirjan lukujen sisältöä sekä saa palautetta osaamisestaan muun muassa summatiivisista itsekorjautuvista testeistä. Itsekorjautuvia tehtäviä esiintyy aineiston kaikissa digitaalisissa oppikirjoissa. Itsekorjautuvia tehtäviä ovat muun muassa monivalinta-, järjestely-, luokittelu-, väittämä- ja yhdistystehtävät, joiden ominaisuudet tehtävätyyppinä painottuvat testaamaan ajattelun tasoista erityisesti muistamisen ja ymmärtämisen sekä tiedon tasoista fakta- ja käsitetiedon tasoja eli toimivat perustason tehtävinä. Osa aineistossa esiintyvistä itsekorjautuvista tehtävistä sisältää myös menetelmätiedon testaamista muistamisen, ymmärtämisen ja soveltamisen tasoilla. Symbioosissa suurin osa itsekorjautuvista tehtävistä on integroitu osaksi oppikirjan lukujen tekstisisältöä, joka teknisenä ominaisuutena tukee faktatiedon ja käsitetiedon muistamista, kun opiskelija voi

kerrata juuri lukemaansa ja tuki tehtäviin löytyy tehtävien kanssa samalta sivulta. Esitteen itsekorjautuvia tehtäviä tarkemmin luvussa 3.2.2, jossa käsittelen laajemmin tarkastelemissani digitaalisissa oppikirjoissa esiintyviä tehtäviä.

Itsekorjautuva lähtötasotesti tukee muistamisen tasolla opiskelijan metakognitiiviseen tietoon kuuluvan itsetuntemuksen tunnistamista. Opiskelija saa lähtötasotestistä diagnostista tietoa ja tunnistaa mahdollisia biologisten peruskäsitteiden ja -tietojen puutteita. Moduulin lopussa esiintyvät itsekorjautuvat kertauspelit ja -tehtävät antavat opiskelijan osaamisesta palautetta sekä ohjaavat opiskelijaa oman oppimisensa reflektioon antaen moduulin sisällön osaamisesta summatiivista arviointia. Kertauspeli ja -tehtävät testaavat enimmäkseen fakta- ja käsitetiedon muistamista, mutta jonkin verran myös ymmärtämistä. Biosin kertauspeli on toteutettu digitaalisena pakuhuonepelinä, joka on suositeltu suoritettavaksi ryhmässä. Kertauspeliin on tuotu pelillisyyttä tarinallisuudella ja oikeista vastauksista ansaittavilla koodeilla. Itsekorjautuvat kertaustehtävät sisältävät monivalinta-, väittämä-, järjestys- ja yhdistystehtäviä, joissa pääpaino on erityisesti faktatiedon ja käsitteiden muistamisessa ja ymmärtämisessä.



**Taulukko 3.** Sanoma Pron Bios 1, Otavan Biomi 1 ja E-Opin Symbioosi 1 digitaalisissa oppimateriaaleissa esiintyvät digitaaliset ominaisuudet sijoitettuna uudistetun Bloomin taksonomiataulun (Bloom 1956, Anderson ym. 2001, Aksela ym. 2012) tiedon ja ajattelun tasoille.

	<i>muistaa</i>	<i>ymmärtää</i>	<i>soveltaa</i>	<i>analysoida</i>	<i>arvioida</i>	<i>luoda</i>	
<b>faktatieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>interaktiivinen käsite</i></li> <li>• <i>interaktiivinen käsiteluettelo</i></li> <li>• <i>interaktiivinen kuva</i></li> <li>• <i>interaktiiviset muistikortit</i></li> <li>• <i>animaatiovideo</i></li> <li>• <i>Opetustv-video</i></li> <li>• <i>3D-rakennemalli</i></li> <li>• <i>hyperlinkki</i></li> <li>• <i>avautuva lisätietolaatikko</i></li> <li>• <i>kertauspeli</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva kertaustehtävä</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva tehtävä</i></li> <li>• <i>lähtötasotesti</i></li> <li>• <i>tekstisisältöön integroidut tehtävät</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>interaktiivinen kuva</i></li> <li>• <i>Opetustv-video</i></li> <li>• <i>hyperlinkki</i></li> <li>• <i>avautuva lisätietolaatikko</i></li> <li>• <i>kertauspeli</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva kertaustehtävä</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva tehtävä</i></li> </ul>					
<b>käsitieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>interaktiiviset muistikortit</i></li> <li>• <i>Opetustv-video</i></li> <li>• <i>3D-rakennemalli</i></li> <li>• <i>lisätietolaatikko</i></li> <li>• <i>kertauspeli</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva kertaustehtävä</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva tehtävä</i></li> <li>• <i>tekstisisältöön integroidut tehtävät</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>interaktiivinen kuva</i></li> <li>• <i>lajivideo</i></li> <li>• <i>animaatiovideo</i></li> <li>• <i>havainnollistava video</i></li> <li>• <i>kertauspeli</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva kertaustehtävä</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva tehtävä</i></li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>itsekorjautuva tehtävä</i></li> </ul>		
<b>menetelmätieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>itsekorjautuva tehtävä</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>interaktiivinen kuva</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva tehtävä</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>menetelmävideo</i></li> <li>• <i>itsekorjautuva tehtävä</i></li> </ul>				
<b>metakognitiivinen tieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>haastatteluvideo</i></li> <li>• <i>materiaalin käyttöopas</i></li> <li>• <i>lähtötasotesti</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>tavoitteet moduuliin</i></li> <li>• <i>itsearviointi</i></li> <li>• <i>oman edistymisen seuraaminen</i></li> </ul>					

### 3.2.2 Tehtävät digitaalisissa ja painetuissa oppikirjoissa

Taulukossa 4 on esitetty Bios:in ja Biomin digitaalisten ja painettujen oppikirjojen eroja tehtävyyppien ja -määrien suhteen. Tehtäväkategoriat on nimetty oppikirjakohtaisesti. Biomissa tehtävät on jaoteltu kolmeen tasoon, jotka on merkitty tehtävän perään palkoina, joista ensimmäisen tason tehtävät ovat enimmäkseen perustason tehtäviä, jotka vaativat fakta- ja käsitetiedon muistamista, kun taas tason kaksi tehtävät ovat avoimempia ja soveltavampia. Biomin kolmannen tason tehtävät sisältävät soveltavien tehtävien lisäksi myös tutkimustehtäviä. Biomissa on lisäksi jokaisen tekstiluvun lopussa lista aiheeseen liittyvistä ylioppilastehtävistä. Bios:in tehtävät on jaoteltu 'testaa tietosi'-, avoimiin-, tutkimus-, aineisto- ja ylioppilastehtäviin. 'Testaa tietosi' -tehtävät on digitaalisessa oppikirjassa toteutettu itsekorjautuvina tehtävinä, kuten monivalinta- ja yhdistelytehtävinä.

Bios:in digikirjassa esiintyy yhteensä 102 tehtävää enemmän (taulukko 4A) ja Biomissa 30 tehtävää enemmän (taulukko 4B) kuin kirjan painetuissa versioissa. Suurin osa ainoastaan digikirjoissa esiintyvistä tehtävistä on Bios:issa 'testaa tietosi'-tehtäviä ja Biomissa ensimmäisen tason tehtäviä. Biomin ensimmäisen tason ja Bios:in 'testaa tietosi' -tehtävien tehtävänantojen verbeissä korostuvat Stannyn (2012) kokoaman verbitaulukon muistamisen ja ymmärtämisen tasoa kuvaavat verbit, kuten yhdistä, täydennä, tunnista, luettele ja nimeä. Bios:in avoimet tehtävät ja Biomin tason kaksi tehtävät ovat samankaltaisia. Molempien tehtävänannoissa esiintyy useita samoja verbejä ja myös Biomin tason kaksi tehtävistä suurin osa on avoimen vastauksen tehtäviä.

Bios:in tutkimustehtävien ja Biomin kolmannen tason tutkimustehtävissä korostuvat erityisesti luoda- ja analysoida-tasojen verbit, kuten 'tutki', 'suunnittele', 'keksi', 'tuota' ja 'laadi'. Molemmissa digikirjoista on enemmän tutkimus- ja aineistotehtäviä, mutta Bios:issa tehtävien määrä suhteessa painettuun oppikirjaan on merkittävästi suurempi. Bios:in digitaalisen oppikirjan tehtävillä tuetaan siis myös menetelmäoppimista. Bios:issa esiintyvät aineistotehtävät ovat Helsingin sanomien artikkeliaineistoihin pohjautuvia. Biomissa luvun aihepiiriin liittyvät ylioppilastehtävät on ilmoitettu listana luvun lopussa sekä painetussa että digitaalisessa oppikirjassa. Bios:issa ylioppilastehtävät ovat digikirjan tehtävissä omana osionaan, mutta niitä ei esiinny painetussa oppikirjassa.

**Taulukko 4.** Tehtävät digitaalisessa ja painetussa oppikirjassa. Taulukoiden sarakkeissa tehtävyyppi, tehtävyyteittäin tehtävänannoissa käytetyt verbit, tehtävyyppien tehtävien lukumäärä digitaalisessa ja painetussa oppikirjassa sekä näiden välinen ero. **A.** Sanoma Pron Bios 1 -oppikirjassa **B.** Otavan Biomi 1-oppikirjassa.

<b>A. Bios 1 - Sanoma Pro</b>					<b>B. Biomi - Otava</b>				
	<b>verbit</b>	<b>digitaalinen</b>	<b>painettu</b>	<b>vrt.</b>		<b>verbit</b>	<b>digitaalinen</b>	<b>painettu</b>	<b>vrt.</b>
<b>testaa tietosi - tehtävät (itsekorjautuvat)</b>	<i>järjestä, yhdistä, valitse, täydennä, laita, testaa (tietosi), kirjoita, vertaa, nimeä, tutki, vastaa, raahaa, avaa (piirros)</i>	42	15	+ 27	<b>tason 1 tehtävät</b>	<i>määrittele, selosta, tunnista, laita, järjestä, valitse, luettele, anna (esimerkki), selitä, luokittele, perustelee, tutustu, kerro, piirrä, nimeä, raahaa, yhdistä, poimi</i>	45	24	+ 21
<b>avoimet tehtävät</b>	<i>perehdy, perustelee, valitse, pohdi, selvitä, lue, vastaa, tutustu, ota (valokuva), nimeä, selitä, määrittele, mainitse, analysoi, tee (hypoteeseja), hae (tietoa), vastaa, tutustu, yhdistä, vertaa, vertaile</i>	55	30	+ 25	<b>tason 2 tehtävät</b>	<i>selvitä, etsi, tutki, lue, vastaa, valitse, kerää, kokoa, keksi, yhdistä, selitä, kerro, käytä, tutustu, kuvaile, pohdi, anna (esimerkki), päättelee, piirrä, nimeä, luettele, mainitse, tunnista, listaa, perustelee</i>	42	40	+ 2
<b>tutkimustehtävät</b>	<i>suunnittele, selvitä, noudata, kerää, analysoi, tuota, perustelee, seuraa, toteuta, dokumentoi, kasvata, tee, kuvaa, valokuvaa, piirrä, tarkastele, etsi, vertaa, laadi, raportoi, selitä, kirjaa, nimeä, todista, vastaa, kirjoita, kysymysasana ohjeessa (ota, laita, lisää, sekoita, seuraa, anna olla, purista, ota, siirrä, etsi, huuhto, riko, kaada, rakenna, sirottele, sijoita, sumuta, valokuvaa, poista, pursitele, odota, sulje, pipetoi, peitä, täytä, tiputa, aseta, huolehdi, viillä, vetäise)</i>	22	2	+ 20	<b>tason 3 tehtävät</b>	<i>määrittele, suunnittele, keksi, perustelee, muodosta (hypoteesi), aseta, pohdi, esitä (hypoteesi), piirrä, selitä, selosta, mikroskopoi, tallenna, laadi, valitse, kehitä (hypoteesi), mieti, vertaa, ota, mittaa, kirjaa, tee (diagrammi, taulukko), tarkastele, vastaa, kokoa, lue, katso (video), etsi, mieti, selvitä, määritä, selvitä, tutki, vastaa, laadi (sarjakuva), kirjoita, vertaa,</i>	34	27	+ 7
<b>aineistotehtävät</b>	<i>lue, vastaa, mainitse (esimerkkejä), tutustu, yhdistä, valitse, selosta, selitä</i>	20	0	+ 20					
<b>YO-tehtävät</b>		10	0	+ 10	<b>YO-tehtävät</b>		43	43	0
	<b>yhteensä</b>	149	47	+ 102		<b>yhteensä</b>	164	134	+ 30

## 4 Pohdinta

Digitaalisia oppimateriaaleja ja digitaalisten oppikirjojen käyttökokemuksia on tutkittu erilaisista näkökulmista monessa kontekstissa (esim. Heikkilä 2015; Kaisla ym. 2015; Tossavainen 2019), mutta tutkimukseni näkökulma digitaalisten ominaisuuksien tarjoaman tuen tutkimisesta oppimateriaalin käyttäjän näkökulmasta on uusi. Digitaalisissa oppikirjoissa esiintyvät digitaaliset ominaisuudet tarjoavat tukea enimmäkseen kahdella alimmalla ajattelun tasolla. Tiedon osalta suurimmassa osassa digitaalisista ominaisuuksista, kuten interaktiivisissa kuvissa ja -käsitteissä sekä itsekorjautuvissa tehtävissä käsiteltävä biologinen sisältö keskittyy fakta- ja käsitetietoon. Suurin osa digitaalisista ominaisuuksista ohjaa opiskelijaa keskittymään juuri fakta- ja käsitetiedon muistamiseen ja ymmärtämiseen. Digitaalisten ominaisuuksien tarjoaman tuen keskittyminen alimmille tiedon ja ajattelun tasoille voi olla kokonaisuuden näkökulmasta järkevää, sillä materiaali kokonaisuutena on tarkoitettu kaikille biologiaa lukiossa opiskeleville. Ilman alempien tiedon ja ajattelun tasojen hallitsemista ei ylempien tasojen taidoilla ole pohjaa, jolle kehittyä.

Osa digitaalisista ominaisuuksista kuten videot, interaktiiviset kuvat ja interaktiiviset käsitteet elävöittävät oppimateriaalia, mutta myös havainnollistavat biologista aihesisältöä. Biologisen sisältötiedon erilaiset esitysmuodot, kuten digitaalisissa oppikirjoissa esiintyvät animaatiovideot ja interaktiiviset kuvat tarjoavat opiskelijalle tukea käsitteelliseen ymmärrykseen (Tossavainen 2019). Kaikissa tarkastelluissa digitaalisissa oppikirjoissa esiintyy videoita, mutta videoiden kokonaismäärä on melko pieni kaikissa oppikirjoissa. Lisäksi videoista suurin osa on lajivideoita ja muita esimerkkivideoita, jotka elävöittävät materiaalia, mutta eivät esimerkin antamisen lisäksi tue opiskelijaa aiheen käsitteellisessä ymmärryksessä.

Itsekorjautuvat tehtävät, kertauspeli ja kertaustehtävät mahdollistavat nopean palautteen saamisen, mikä tukee opiskelijan etenemistä omassa tahdissa ja mahdollistaa palautteen saamisen myös tilanteissa, joissa opettaja ei ole antamassa palautetta (Tossavainen 2019). Aineistossakin esiintyneet tehtävätyypit, jotka nykyisessä muodossaan mahdollistavat itsekorjautuvuuden ovat muun muassa monivalinta-, yhdistämis-, väittämä- ja nimeämis-tehtäviä, jotka ovat tyypillisiä alempia ajattelun tasoja testaavia tehtävätyyppejä (Crowe ym. 2008). Osa näistä tehtävätyypeistä rajoittaa teknisistä syistä tehtävän mahdollisuutta testata opiskelijan ajattelun korkeampien tasojen hallitsemista. Esimerkiksi nimeämis- tai

yhdistämistehtävät, kuten biologian aiheisällöille tyypillinen käsitteen ja selitteen yhdistäminen, eivät testaa muistamista korkeampia ajattelun tasoja. Sisältötiedon suhteen itsekorjautuvia tehtäviä esiintyi aineistossa myös menetelmätiedon tasolla sekä yksittäin myös korkeammilla (HOCS) ajattelun tasoilla. Silti itsekorjautuvat tehtävät painottuvat alemmille (LOCS) ajattelun tasoille.

Digitaalisen oppimisympäristönä digikirja mahdollistaa suuremman sisältömäärän kuin painettu oppikirja. Muistiinpano- ja kommenttityökalut antavat opiskelijoille mahdollisuuden lisätä omia merkintöjä, tiedostoja ja kuvia osaksi oppikirjaa. Nämä itse lisätyt muistiinpanot tukevat aiheen ymmärtämistä. Oppimateriaalin muokkaus ja materiaalin lisääminen mahdollistavat opetusmateriaalin muokkaamisen ryhmäkohtaisesti opettajan toimesta. Sisällön muokkaaminen on mielekästä pedagogisesta näkökulmasta, ja se koetaan digitaalisten oppikirjojen hyödyksi painettuihin oppikirjoihin verrattuna (Pernaa ym. 2019; Uusi-Hallila 2019). Lisäksi näiden ominaisuuksien kautta digitaalinen oppikirja toimii yhteisenä oppiaineen alustana, jossa oppikirja, vihko ja opettajan tarjoamat materiaalit, kuten monisteet, ovat kootusti yhdessä sijainnissa. Tämän voi katsoa osaltaan tukevan käsitteellistä oppimista, kun sisältöä voidaan laajentaa kattamaan useampia esitysmuotoja aiheesta (Tossavainen 2019).

Nykypäivän opetuksessa käytetään digitaalisten oppikirjojen lisäksi myös monia muita digitaalisia oppimateriaaleja, kuten videoita, pelejä ja artikkeleita. Tarkastellut digitaaliset oppikirjat sisältävät muun muassa linkkejä ja upotettuja videoita muiden digitaalisten materiaalien tarjoajien sivuilta, mutta integraatio osaksi digikirjan biologista sisältöä on muilta osin materiaaleissa vähäistä. Esimerkiksi Biomin lisämateriaalien linkkipankissa esitellään monia oppikirjan ulkopuolisia digitaalisia materiaaleja erillään oppikirjan muusta sisällöstä. Kustantajan valmistaman digitaalisen oppikirjan ja ulkopuolisten digitaalisten oppimateriaaleja tarjoavien sivujen väliset yhteydet ovat suhteellisen vähäisiä ja keskittyvät käytännössä vain videoihin ja artikkeleihin, vaikka digitaalinen alusta mahdollistaisi monipuolisemmankin integraation. Taustalla voi olla nopea siirtyminen painetuista oppikirjoista digitaaliselle alustalle, digitaalisten materiaalien kustantamiseen tai kehittämiseen liittyvä resurssien puute sekä se, että digitaalisten oppimateriaalien kehityksessä ollaan suhteellisen alkuvaiheessa (Heikkilä 2015; Ruuska 2019).

Digitaalinen oppimisympäristö mahdollistaa monia oppimista tukevia ominaisuuksia, mutta mikään alusta ei ainakaan toistaiseksi pysty huomioimaan oppilaiden erilaisuutta

muokkaamalla oppimateriaalia oppilaiden yksilöllisiin tarpeisiin sopiviksi (Veermans ym. 2006). Digitaalinen oppimisympäristö ei pysty eriyttämään oppilaita ja toimimaan pedagogisena suunnittelijana, vaan tähän tarvitaan opettajan pedagogista osaamista ja oppilastuntemusta. Tästä näkökulmasta saattaisi olla mielekkäintä, että digitaalinen oppimateriaali tarjoaisi mahdollisimman paljon muokattavuutta ja joustavuutta, jotta opettaja voisi pedagogisia taitojaan ja oppilastuntemustaan hyödyntäen räätälöidä oppimateriaalista luokka- tai oppilaskohtaista. Näkökulmaa tukevat muun muassa Pernaan ym. (2019) ja Uusi-Hallilan (2019) näkemykset.

Digitaalisuus on lisääntynyt merkittävästi ja tulee lisääntymään edelleen. Tutkimukseni tarjoaa teoreettista tietoa siitä, millä tiedon ja ajattelun tasoilla tutkimuksen kolmen oppikirjasarjan digitaaliset ominaisuudet tarjoavat tukea digitaalisten oppikirjojen käyttäjille. Opiskelijoiden kokemukset digitaalisten ominaisuuksien tarjoamasta tuesta saattavat olla silti erilaiset. Tästä syystä digitaalisten ominaisuuksien tarjoamaa tukea olisi hyvä tutkia myös empiirisesti todellisissa oppimistilanteissa kartoittamalla opiskelijoiden kokemuksia oppimisen tuen näkökulmasta.

## **Kiitokset**

Kiitos Sanoma Pron, Otavan ja E-opin kustannusyhtiöille mahdollisuudesta käyttää Bios:in, Bio-min ja Symbioosin digitaalisia oppikirjasarjoja osana tutkimustani. Kiitos ohjaajilleni Eija Yli-Panulalle ja Kai Ruohomäelle ohjauksesta. Kiitos myös perheelleni ja läheisilleni tuesta.

## Lähteet

Aaltonen A., Kujansuu, E., Seppälä, J., Suontausta, T., Tuominen, P. (2021) *Biomi 1 digiopetusaineisto*. Kustannusosakeyhtiö Otava, Helsinki.

Aivelo, T., Mutanen, J., Tarkiainen, K. (2021) *Symbioosi 1 – Elämä ja evoluutio*. E-oppi Oy, Forssa.

Aksela, M., Tikkanen, G., Kärnä, P. (2012) *Mielekäs luonnontieteiden opetus: Miten tukea oppilaiden ajattelua ja ymmärtämistä?* Teoksessa: Luonnontieteiden opetuksen kehittämishaasteita 2012; Koulutuksen seurantaraportit 2012:10 (Kärnä P., Houtsonen L. & Tähkä, T., toim.), s. 9–28. Opetushallitus. Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere.

Allen, N. (2013) *The future of digital textbooks*. The Public Purpose Journal 2013, 11, s. 10–11. American University School of Public Affairs, Washington, D.C.

< <https://www.aascu.org/WorkArea/DownloadAsset.aspx?id=6308>>

Anderson, L., Krathwohl, D., Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Raths, J., Wittrock, M. (2001) *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing; A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Pearson Education, New York.

Anttila, A., Kaarakainen, M., Kivinen, O. (2014) *Erot hypertekstien ja lineaaristen verkkotekstien opiskelutavoissa sekä luetun ymmärtämisessä*. Kasvatus 45, s. 167–181. Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä.

Bloom, B. (1956) *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. David McKay Co Inc, New York.

Crowe, A., Dirks, C., Wenderoth, M. P. (2008) *Biology in Bloom: implementing Bloom's taxonomy to enhance student learning in biology*. 7, s. 368–381 University of Washington, CBE—Life Sciences Education, Seattle.

Ertmer, P., Ottenbreit-Leftwich, A., Sadik, O., Sendurur, E., Sendurur, P. (2012) *Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship*. Computers & Education, 59, s. 423–435. Elsevier, Amsterdam.

Happonen, P., Holopainen, M., Sotkas, P, Tihtarinen-Ulmanen, M. (2021) *BIOS I Elämä ja evoluutio digikirja*. Sanoma Pro Oy, Helsinki.

Heikkilä, H. (2015) *Digitoidusta digitaaliseen, näkoiskirjasta hybridiin – oppikirja 2.0:aa etsimässä*. Taide + muotoilu + arkkitehtuuri 9/2015. Aalto yliopisto, Helsinki. <[http://mediafactory.aalto.fi/wp-content/themes/media\\_factory/pdf/DD.pdf](http://mediafactory.aalto.fi/wp-content/themes/media_factory/pdf/DD.pdf)>

Kaisla, M., Kutvonen-Lappi, T., Kankaanranta, M. (2015) *Digitaalisten työkirjojen tutkimuksellinen arviointi*. Teoksessa: Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa. (Kaisla M, Kutvonen-Lappi T & Kankaanranta M, toim.), s. 55–108. Jyväskylän yliopistopaino, Jyväskylä.

Kielitoimiston sanakirja (2021) *Oppia*. Kotimaisten kielten keskuksen verkkojulkaisuja. Kotimaisten kielten keskus, Helsinki. <<https://www.kielitoimistonsanakirja.fi/#/oppia>> [Luettu 7.9.2022]

Mikkilä-Erdmann, M. (2017) *Digitaalisen oppimateriaalin mahdollisuudet*. Teoksessa: Oppimisen tulevaisuus (Savolainen H, Vilkkö R & Vähäkylä L, toim.), Gaudeamus, Helsinki.

Mishra, P., Koehler, M. (2006) *Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge*. The Teachers College Record, 108, s. 1017–1054. SAGE Publishing, New York.

Neittaanmäki, P., Lehto, M., Savonen, M. (2021) *Yhteiskunnan digimurros*. Jyväskylän yliopiston IT-tiedekunta. Yliopistopaino, Jyväskylä.

Opetushallitus. (2019) *Lukion opetussuunnitelman perusteet*. Opetushallitus, Helsinki. <[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/lukion\\_opetussuunnitelman\\_perusteet\\_2019.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2019.pdf)> [Luettu 7.9.2022]



Opetushallitus. (2022) *Arviointisanasto opettajille*. Opetushallitus, Helsinki.  
<<https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/arviointisanasto-opettajille>>  
[Luettu 10.12.2022]

Pernaa, J., Veistola, S. (2019) *Kokemuksia sähköisen oppimateriaalikustantamisen mahdollisuuksista ja haasteista*. Teoksessa: *Sähköistyvä koulu – oppiminen ja oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä*. (Tossavainen T & Löytönen M, toim.), s. 198–215. Suomen tietokirjailijat, Helsinki.

Ruuska, H. (2019) *Digitaalisen oppimateriaalin horjuvia ensiaskelia – vanhaa, uutta ja vielä keksimätöntä*. Teoksessa: *Sähköistyvä koulu – oppiminen ja oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä*. (Tossavainen T & Löytönen M, toim.), s. 145–157. Suomen tietokirjailijat, Helsinki.

Sankila, T. (2015) *Näkökulmia oppimisen digitalisoitumiseen*. Teoksessa: *Digitaalinen oppimateriaali koulun arjessa* (Kaisla M, Kutvonen-Lappi T & Kankaanranta M, toim.), s. 25–29. Jyväskylän yliopisto, Jyväskylä.

Shulman, L. (1986) *Those who understand: knowledge growth in teaching*. Educational Researcher 15, s. 4–14. SAGE publishing, Kalifornia.

Stanny, C. (2012) *Reevaluating Bloom's Taxonomy: What Measurable Verbs Can and Cannot Say about Student Learning*. Education Sciences 6, 37. MDPI, Basel.

Suomen Kustannusyhdistys. (2021) *Oppimateriaalilasto*. <<http://tilastointi.kustantajat.fi/oppimateriaalilasto/20211-8>> [Luettu 3.11.2021]

Tossavainen, T. (2019) *Tulevaisuuden oppikirja – asiaproosaa vai automaattikaleidoskoopi?* Teoksessa: *Sähköistyvä koulu – oppiminen ja oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä*. (Tossavainen T & Löytönen M, toim.), 158–170. Suomen tietokirjailijat, Helsinki.

Uusi-Hallila, T. (2019) *Opettaja oppimateriaalivalintojen edessä*. Teoksessa: Sähköistyvä koulu – oppiminen ja oppimateriaalit muuttuvassa tietoympäristössä. (Tossavainen T & Löytönen M, toim.), s. 187–197. Suomen tietokirjailijat, Helsinki.

Veermans, M., Tapola, A. (2006) *Motivaatio ja kiinnostuneisuus*. Teoksessa: Oppimisen teoria ja teknologian opetuskäyttö. (Järvelä S, Häkkinen P & Lehtinen E, toim.), s. 65–84. WSOY oppimateriaalit, Helsinki.

Zoller, U. (1993). *Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: unlikely for HOCS*. Journal of Medical Education 70, s. 195–197. ACS Publications, Washington

# Liitteet

## Liite 1. Taulukko 3 esimerkkeineen

	<b>muistaa</b>	<b>ymmärtää</b>	<b>soveltaa</b>	<b>analysoida</b>	<b>arvioida</b>	<b>luoda</b>
<b>faktatieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interaktiivinen käsite (Biomi, Symbioosi)</li> <li>interaktiivinen käsiteluettelo (Symbioosi luku 4.3)</li> <li>interaktiivinen kuva (esim. Biomi kpl 4, Symbioosi kpl 1.4)</li> <li>interaktiiviset muistikortit (Bios kaikki kappaleet)</li> <li>animaatiovideo (esim. Bios kpl 8, Symbioosi kpl 2.2)</li> <li>Opetustv-video (esim. Symbioosi kpl 2.4)</li> <li>3D-rakennemalli (Symbioosi kpl 1.4 ja kpl 3.4)</li> <li>linkit (Symbioosi Wikipedia käsitelinkit esim. kpl 1.2)</li> <li>avautuva lisätietolaatikko (Biomi esim. kpl 4)</li> <li>kertauspeli (Bios pakohuonepeli)</li> <li>itsekorjautuva kertaustehtävä (Symbioosi kpl 4.2 Osaatko?-tehtävät)</li> <li>itsekorjautuva tehtävä (esim. Bios kpl 1 t. 2, Biomi kpl 6 yhdistä, Symbioosi luku 1.2 t. A) lähtötasotesti (Bios: lähtötasotesti)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interaktiivinen kuva (esim. Symbioosi kpl 1.5)</li> <li>Opetustv-video (esim. Symbioosi kpl 2.5)</li> <li>linkit (Symbioosi Wikipedia käsitelinkit esim. kpl 2.5)</li> <li>avautuva lisätietolaatikko (Biomi esim. kpl 11)</li> <li>kertauspeli (Bios pakohuonepeli)</li> <li>itsekorjautuva kertaustehtävä (Symbioosi kpl 4.2 Osaatko?-tehtävät)</li> <li>itsekorjautuva tehtävä (esim. Bios kpl 3 t. 5, Biomi kpl 2 monivalintatehtävä, Symbioosi luku 1.4 t. F)</li> </ul>				
<b>käsitieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interaktiiviset muistikortit (Symbioosi kpl 2.8)</li> <li>Opetustv-video (esim. Symbioosi kpl 2.5)</li> <li>3D-rakennemalli (Symbioosi kpl 1.4 ja kpl 3.4)</li> <li>lisätietolaatikko (Biomi esim. kpl 4)</li> <li>kertauspeli (Bios pakohuonepeli)</li> <li>itsekorjautuva kertaustehtävä (Symbioosi kpl 4.2 Osaatko? -tehtävät)</li> <li>itsekorjautuva tehtävä (esim. Bios kpl 2 t. 1, Biomi kpl 3 t. 4, Symbioosi luku 1.2 t. D)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interaktiivinen kuva (esim. Symbioosi kpl 3.3)</li> <li>lajivideo (Bios kpl 8, Biomi kpl 5)</li> <li>animaatiovideo (Bios kpl 6, Biomi kpl 5)</li> <li>havainnollistava video (Biomi kpl 5, Bios kpl 1, Symbioosi kpl 3.4)</li> <li>kertauspeli (Bios pakohuonepeli)</li> <li>itsekorjautuva kertaustehtävä (Symbioosi kpl 4.2 Osaatko? -tehtävät)</li> <li>itsekorjautuva tehtävä (esim. Bios kpl 2 t.2, Biomi kpl 2 t. 2, Symbioosi luku 1.3 t. B)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>itsekorjautuva tehtävä (esim. Bios kpl 3 t. 2)</li> </ul>		
<b>menetelmätieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>itsekorjautuva tehtävä (esim. Bios kpl 1 t.1, Biomi kpl 1 järjestely, Symbioosi luku 1.5 t. I)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>interaktiivinen kuva (esim. Symbioosi kpl 1.5)</li> <li>itsekorjautuva tehtävä (esim. Bios kpl 4 t. 3, Biomi kpl 1 monivalinta, Symbioosi luku 1.5 t. B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>menetelmävideo (Biomi kpl 4)</li> <li>itsekorjautuva tehtävä (esim. Symbioosi luku 1.5 t. F)</li> </ul>			
<b>metakognitiivinen tieto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>haastatteluvideo (Biomi ammattivideo, Bios kpl 1)</li> <li>materiaalin käyttöopas (Bios näin käytät materiaalia, Biomi käyttöohjeet)</li> <li>lähtötasotesti (Bios: lähtötasotesti)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tavoitteet moduuliin (Bios: omat tavoitteeni)</li> <li>itsearviointi (esim. Bios: kaikki avoimet tehtävät Symbioosi luku 4.2 itsearviointi)</li> <li>oman edistyksen seuraaminen (Biomi kaikki kappaleet)</li> </ul>				