

Luokanopettajaopiskelijoiden käsitykset fotosynteesistä

EILA MATIKAINEN; SATU KANKARE; NORBERT ERDMANN JA MIRJAMAIJA MIKKILÄ-ERDMANN

eila.matikainen@utu.fi

Turun yliopisto, opettajankoulutuslaitos Turku

Tiivistelmä

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää luokanopettajaopiskelijoiden (n = 189) käsityksiä fotosynteesistä ja kasvin energian ja ravinnon saannista. Kahden eri vuosikurssin toisen vuoden luokanopettajaopiskelijat vastasivat fotosynteesiin liittyviin kysymyksiin. Alkumittauksella kartoitettiin ennakkotietoja, minkä jälkeen opiskelijoilla oli mahdollisuus käyttää sähköistä oppimateriaalia, joka sisälsi tekstiä, käsittekarttoja, kuvia ja ydinasioita. Testi toistettiin heti opiskelutuokion jälkeen. Tulosten perusteella oppimateriaalin käyttö paransi merkittävästi opiskelijoiden vastauksia. Kuitenkin yli kolmasosalle luokanopettajaopiskelijoista jäi kasvin energian ja ravinnon saantiin liittyvä vaihtoehtoinen tai virheellinen käsitys vielä asian opiskelun jälkeenkin. Yleisimmäksi eittieteelliseksi käsitykseksi tässä tutkimuksessa nousi käsitys kasvista, joka ottaa energiansa tai ruokansa maaperästä (vedestä tai ravinteista). Näin ollen myös luokanopettajaopiskelijat tarvitsevat systemaattista luonnontieteen opetusta.

Avainsanat

Fotosynteesi, yhteyttäminen, virhekäsitys, luokanopettajaopiskelija, oppimateriaali

Pre-service teacher students' perception of photosynthesis

EILA MATIKAINEN; SATU KANKARE; NORBERT ERDMANN JA MIRJAMAIJA MIKKILÄ-ERDMANN

University of Turku, Department of Teacher Education

Abstract

The purpose of the research was to investigate the perceptions of class teacher students (n = 189) of photosynthesis. A pre-test/post-test-design was used, and the test used in the study consisted of three open-ended tasks. After the pre-test, students have the opportunity to study digital learning materials consisting of text, concept maps, indexes and pictures. The results based on both quantitative and qualitative analyses reveal that in the pre-test, students have misconceptions concerning photosynthesis. That the learning materials supported them to change their perceptions was statistically significantly, however, over one-third of the students retained misconceptions concerning photosynthesis in the post-test. The most frequent misconception was that a plant gets energy from the soil (water and nutrients), hence students also need systematic science instruction in higher education.

Keywords

Photosynthesis, misconception, pre-service teacher student, learning material

Johdanto

Luonnontieteiden oppimisen yhtenä suurena ongelmana, joskus jopa esteenä, ovat virheelliset ennakkokäsitykset (Leach & Scott, 2000). Ennakkokäsitys on ennalta ”arvattu” ajatus asioiden tai ilmiöiden merkityssuhteesta. Käsitys voi olla tieteellisesti ”oikea tai väärä”, niin myös ennakkokäsitys. Ennakkokäsitykset ovat virheellisiä, kun ne ovat ristiriidassa yleisesti hyväksytyjen tieteellisten käsitysten kanssa. Ennakkokäsitykset syntyvät ajattelun tuloksena itsellä olevan käsitemverkoston ja henkilökohtaisen kokemusmaailman pohjalta. Vaikka tieteellisen tiedon määrä koulussa lisääntyykin, voi oppilaan omiin käsitelmiin perustuva ajatusrakennelma, arkikäsitys (Solomon, 1993; Wandersee, Mintzes & Novak, 1994) tai vaihtoehtoinen käsitys (Ahtee, 1997; Ahopelto, Mikkilä-Erdmann, Penttinen & Anto, 2009; Södervik, Virtanen & Mikkilä-Erdmann, 2015; Södervik, 2016) jäädä kuitenkin pysyväksi tieteellisen tiedon rinnalle. Vaihtoehtoiset käsitykset ovat varsin pysyviä. Arkipäivän puhekielellä on suuri merkitys luonnontieteisiin liittyvien ennakkokäsitysten syntymisessä: sanoja käytetään eri merkityksissä kuin tieteessä, eikä käsitteillä ole arkikielessä täsmällisiä määritelmiä (Driver, Asoko, Leach, Mortimer & Scott, 1994; Ahtee, 1998). Oppimista ei voida tarkastella pelkästään tiedon määrän lisääntymisenä ja uuden tiedon yhdistymisenä olemassa olevaan tietoon, vaan oppijan tietorakenteiden on organisoiduttava uudelleen. Tällöin puhutaan käsitteellisestä muutoksesta (esim. Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982; Caravita & Halldén, 1994; Vosniadou, 1994).

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on selvittää luokanopettajaopiskelijoiden käsityksiä fotosynteesistä ja kasvien energian saannista. Näiden ilmiöiden ymmärtäminen on keskeistä laajempien kokonaisuuksien, kuten ravintoketjujen ja ekosysteemin toiminnan, hahmottamiseksi. Fotosynteesin ymmärtäminen vaatii laajaa tietoverkostoa: on tiedettävä aineen ja energian olemuksesta sekä niiden merkityksestä kasvin elämässä (Crane & Winterbottom, 2008; diSessa, 2008; Vosniadou, Vamvakoussi & Skopeliti, 2008; Södervik, Mikkilä-Erdmann & Vilppu, 2014; Södervik 2016). Tutkimusten mukaan fotosynteesiin liittyy runsaasti virheellisiä käsityksiä ja niiden on havaittu liittyvän sekä muistamista edellyttävään faktatietoon että laajempaa soveltamista vaativaan tietoon. Kasvin ja eläimen energiansaannin erojen käsittäminen on vaikeaa niin lapsille kuin aikuisillekin. (Mikkilä-Erdmann, 2001; Barman, Stein, McNair & Barman, 2006; Marmaroti & Galanopoulou, 2006; Ahopelto, Mikkilä-Erdmann, Anto & Penttinen, 2011).

Luokanopettajaopiskelijat kohtaavat oman pedagogisen sisältötietonsa ja oppiaineen sisältöjen hallintaan liittyvät haasteensa opiskelujen ja opetusharjoittelujen yhteydessä (Anderson, Sheldon & Dubay, 1990; Eskilsson & Holgersson, 1999; Ekborg, 2003; Käpylä, Heikkinen & Asunta, 2009). Käpylä tutkimusryhmineen (2009) kuvailee luokanopettajaopiskelijoiden aineen sisällön hallintaa (content knowledge) ja pedagogista sisältötietoa (pedagogical content knowledge) tutkimuksessaan esimerkkinä kasvien yhteyttäminen. Luokanopettajaopiskelijoilla on usein vaikeuksia luonnontieteellisen opetuksen sisällön hallinnassa eivätkä he myöskään ole tietoisia oppilaiden käsitteellisistä vaikeuksista. Opiskelijoilla on myös vähän tietoa oppilaille sopivista harjoituksista ja työmenetelmistä, jotka lisäisivät ilmiöiden ymmärtämistä. Heidän tulisi tunnistaa lasten arkiajattelua, virhekäsityksiä ja naiiveja teorioita opastaessaan alakoululaisia kohti tieteellisten käsitysten hallintaa (Vosniadou, 1994; Barman ym., 2006; Gatt, Tunnicliffe, Borg & Lautier, 2007; Rybska, Tunnicliffe & Sajkowska, 2016). Luokanopettajan vastuu on suuri: ensimmäisen kuuden kouluvuoden aikana luodaan perusta lapsen luonnontieteelliselle osaamiselle.

Tutkimuskysymykset

Tutkimuksen taustalla oli oletus siitä, että fotosynteesin ymmärtäminen ja erityisesti tietojen soveltaminen ovat vaativia prosesseja. Lisäksi ennakkokäsityksillä on havaittu olevan suuri vaikutus oppimiseen ja niiden on myös havaittu olevan erittäin pysyviä (vrt. esim. Vosniadou, 1994). Tutkimuskysymykset muotoutuivat seuraaviksi:

1. Miten oppimateriaalin käyttö vaikuttaa luokanopettajaopiskelijoiden käsityksiin fotosynteesistä?
2. Miten opiskelijoiden käsitykset eroavat muistamista vaativan ja soveltavien tehtävien välillä?
3. Miten luokanopettajaopiskelijat määrittelevät fotosynteesin?
4. Minkälaisia virheellisiä käsityksiä opiskelijoilla on fotosynteesiin liittyen?

Kysymyksellä 1 halutaan selvittää, miten opiskelijoiden vastaukset muuttuvat oppimateriaalin käytön jälkeen. Oletettavasti pistemäärät jälkitestissä ovat korkeammat (vrt. Ahopelto ym., 2009). Toisen kysymyksen kautta haetaan tässä tutki-

muksessa vahvistusta olettamukselle, että soveltavaan tehtävään vastaaminen on haastavampaa, ja että pistemäärät jäävät alhaisemmiksi määrittelytehtävään verrattuna (vrt. Södervik ym., 2015). Kolmannen kysymyksen avulla tarkastellaan opiskelijoiden tapaa määritellä fotosynteesi ja etsitään biologisten määritelmien lisäksi käytettyjä kemian käsitteitä ja symboleja. Neljäs kysymys kartoittaa opiskelijoiden virhekäsityksiä ja oletettavaa on, että ainakin maaperän ravinteiden ajatellaan olevan merkittävässä roolissa kasvin ravintotaloudessa (vrt. Özyay & Öztas, 2003; Barman ym., 2006; Crane & Winterbottom, 2008).

Tutkimusmenetelmät

Osallistujat ja tutkimuksen toteutus

Tutkimusaineisto kerättiin lukuvuosina 2014 ja 2015 toisen vuoden luokanopettajaopiskelijoilta. Opiskelijat (n = 189) vastasivat fotosynteesiin liittyviin kysymyksiin monialaisten kurssin yhteydessä. Tutkimuksessa käytettiin alkuloppumittausasetelmaa: opiskelijat vastasivat samoihin kysymyksiin ennen asiasisällön sähköisen oppimateriaalin opiskelua (esitesti) ja heti sen jälkeen (jälkitestit). Testissä oli kolme avointa kysymystä, joita on kehitetty ja käytetty tutkimusryhmän aikaisemmissa tutkimuksissa (esim. Mikkilä-Erdmann 2001; Anto, Penttinen & Mikkilä-Erdmann. 2010; Ahopelto ym., 2011).

1. Mitä yhteyttäminen on?
2. Kun syöt lounaalla salaattia, perunaa ja lihaa, saat elimistösi käyttöön energiaa. Miten energia on päätenyt a) salaattiin, b) perunaan ja c) lihaan?
3. Miten voikukka, kastemato ja kontiainen saavat ravintonsa ja energiansa?

Alkutestin jälkeen opiskelijat saivat opiskella fotosynteesiin liittyvää sähköistä oppimateriaalia (689 sanaa) ilman aikarajoitetta. Oppimateriaali sisälsi tekstiä, käsittekarttoja, kuvia ja ydinasiatusta. Opiskelijat opiskelivat oppimateriaalia keskimäärin 15 min. Opiskeluosion jälkeen testi toistettiin. Kokonaisuudessa tutkimus kesti keskimäärin noin 60 min.

Aineiston analysointi: pisteytys

Tehtävien vastaukset pisteytettiin ja kunkin tehtävän enimmäispistemäärä oli kuusi pistettä. Pistemääristä laskettiin tehtäväkohtaiset pistekeskisarvot, keskihajonnat ja efektikoot. Esi- ja jälkitestin pisteiden erojen tilastollinen merkitsevyys testattiin t-testillä (SPSS, versio 23).

Tehtävän 1 pisteytys:

Tehtävässä 1 sai yhden pisteen kustakin oikeasta aineesta reaktiossa: hiilidioksidi, vesi, sokeri ja happi. Lisäksi auringon valoenergiasta sai kaksi pistettä.

Tehtävän 2 pisteytys:

Tehtävässä 2 saattoi kustakin kohdasta a–c saada kaksi pistettä. Salaatin tapauksessa piti mainita energian päätyneen salaattiin yhteyttämisen (1p) tuloksena syntyneestä sokerista (1p). Perunan osalta oli mainittava yhteyttämisen tuloksena syntyneen sokerin (1p) varastoituminen (1p) perunamukulaan. Kysyttäessä, miten energia on päätenyt lihaan, oli mainittava energia olevan peräisin yhteyttävistä kasveista (2p).

Tehtävän 3 pisteytys:

Tehtävässä 3 piti selvittää kasvin valmistavan itse ravintonsa (1p), kastemadon saavan ravintonsa syömällä kasveja (1p) ja kontiaisen saavan ravintonsa syömällä hyönteisiä (1p). Energian saannin osalta vastauksesta piti selvittää, että voikukka muuttaa yhteyttämällä auringon valoenergiaa sopivaan muotoon (1p) ja osa tästä energiasta siirtyy kastematoon (1p) ja edelleen osa kontiaiseen (1p).

Aineiston analysointi: laadullinen tarkastelu

Tehtävien vastauksia tarkasteltiin myös laadullisesti selvittämällä muun muassa, minkälaisia virheellisiä käsityksiä opiskelijoilla on. Laadullisissa analyysissä käytettiin ainoastaan jälkitestin vastauksia.

Tehtävän 1 laadullinen tarkastelu

Tehtävän 1 vastauksista selvitettiin, miten opiskelijat määrittelevät käsitteen 'yhteyttäminen'. Erityisesti vastauksista etsittiin kemian käsitteitä ja symboleja: reaktioyhtälöä, mainintaa kemiallisesta reaktiosta, joidenkin aineiden esittämistä kemiallisin symbolein sekä mainintaa orgaanisen aineen muuttumisesta epäorgaaniseksi. Näistä maininnoista laskettiin prosenttiosuudet eli selvitettiin kuinka suuressa osassa vastauksia näitä mainintoja löytyi. Yhdessä vastauksessa saattoi olla useampikin maininta.

Tehtävän 1 määritelmiä tarkasteltiin myös virheiden ja epätarkkuuksien näkökulmasta. Vastaukset tyypiteltiin seuraavasti:

Yksi tai useampi lähtöaineista tai tuotteista puuttuu.

Tarvittavat aineet on vain lueteltu.

Valo on yhtenä raaka-aineena reaktiossa.

Maaperän ravinteet ovat yhtenä raaka-aineena reaktiossa.

Energia puuttuu.

Tyhjä vastaus.

Yhdestä vastauksesta saattoi löytyä usean tyyppisiä epätarkkuuksia.

Tehtävien 2 ja 3 laadullinen tarkastelu

Tehtävien 2 ja 3 vastauksista etsittiin opiskelijoiden käsityksiä kasvin ravinnon ja energian saannista. Vastausten laadullisessa analyysissä keskityttiin yksinomaan kasvien tarkasteluun eli liha (tehtävä 2), kastemato ja kontiainen (tehtävä 3) rajattiin analyysin ulkopuolelle. Käsitykset luokiteltiin sekä teoria- että aineistolähtöisesti (ks. esim. Vosniadou, 1994; Ahopelto ym., 2011):

TK = tieteellinen, ”oikea” käsitys

SK = vaihtoehtoinen eli synteettinen käsitys, jonka mukaan kasvi saa ravintonsa maasta/vedestä/ ravinteista ja energiansa fotosynteesistä (käsityksessä piirteitä sekä tieteellisestä että puutteellisesta käsityksestä)

PK = puutteellinen käsitys, jolloin fotosynteesiin tarvittavat aineet on puutteellisesti tai virheellisesti selostettu

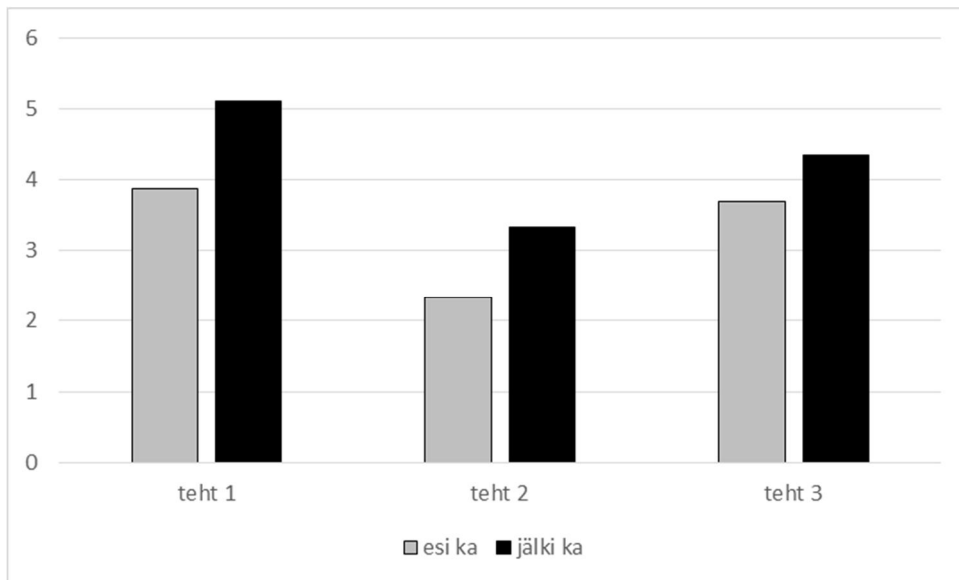
0 = tyhjät vastaukset.

Jos saman vastaajan jommankumman tehtävän vastauksesta löytyi virheellinen käsitys, luokiteltiin vastaaja käsityksensä mukaan luokkaan SK tai PK. Vastaajien jakautumisesta eri käsitysluokkiin laskettiin prosentuaaliset osuudet.

Tuloksia

Määrittelytehtävän ja soveltavien tehtävien pisteytys

Opiskelijoiden saamat tehtäväkohtaiset pistemäärät on esitetty kuviossa 1. Tehtävä 1 oli määrittelykysymys (fotosynteesin määritelmä) ja kaksi muuta kysymystä olivat soveltavia: vastauksissa piti selvittää kasvin ravinnon ja energian saantia.



Kuvio 1. Tutkimuksen esi- ja jälkitestissä annetut pisteet määrittelytehtävissä 1 ja soveltavissa tehtävissä 2 ja 3 (n = 189).

Kuten tuloksista nähdään, on pisteiden keskiarvo jälkitestissä jokaisen tehtävän kohdalla suurempi kuin esitestissä. Pisteiden erot tutkimuksen esi- ja jälkitestissä tehtävissä 1–3 ovat T-testin mukaan erittäin merkitseviä (SPSS, versio 23). Kun verrataan määrittelytehtävän eli muistamista vaativan tehtävän (1) pisteitä soveltavien tehtävien (2 ja 3) pisteisiin, huomataan, että molempien soveltavien tehtävien pistekeskiarvot ovat alhaisemmat kuin määrittelytehtävän. Tehtävän 1 T-testin arvot ovat $t=-8,843$; $df=188$, $p < ,0001$; $n=189$ esitestissä ($ka=3,87$; $kh=1,79$) ja jälkitestissä ($ka=5,10$; $kh=1,47$) sekä efektiivisyys on vahva ($r=0,541$). Tehtävän 2 arvot ovat ($t=-8,64$; $df=188$, $p < ,0001$; $n=189$) esitestissä ($ka=2,3$; $kh=2,45$) ja jälkitestissä ($ka=3,90$; $kh=1,83$), efektiivisyys on vahva ($r=0,533$). Tehtävän 3 testi-arvot ovat ($t=-8,305$; $df=188$, $p < ,0001$; $n=189$) esitestissä ($ka = 1,79$; $kh=2,33$) ja jälkitestissä ($ka=3,325$; $kh=2,25$), efektiivisyys on vahva ($r=0,518$).

Fotosynteesin määrittely

Tilastollista analyysia (t-testi) täydennettiin laadullisella sisällönanalyysillä. Vastauksia tutkimuskysymykseen ”Miten luokanopettajaopiskelijat määrittelevät fotosynteesin?” etsittiin jälkitestin tehtävästä 1, jossa piti määrittellä, mitä yhteyttäminen on. Melkein kaikki vastaukset oli annettu sanallisessa muodossa; vain yksi vastaaja oli kirjoittanut pelkästään reaktioyhtälön. Tyypillisessä hyvässä vastauksessa oli selitetty vihreiden kasvien valmistavan sokeria ja hapetta hiilidioksidista ja vedestä auringon valoenergian avulla. Sanallisen vastauksen lisäksi noin 16 %:ssa vastauksista oli esitetty yhteyttäminen reaktioyhtälön muodossa, noin 12 %:ssa vastauksista löytyi maininta kemiallisesta reaktiosta tai reaktiosta yleensä ja noin 5 %:ssa vastauksista oli jokin tai joitakin aineita kirjoitettu kemiallisin merkein. Lisäksi noin 14 % vastauksista sisälsi maininnan epäorgaanisen aineen muuttumisesta orgaaniseksi. Samassa vastauksessa saattoi asia olla usealla eri tavalla esitettyä.

Tehtävän 1 jälkitestien vastauksista etsittiin myös yleisesti esiintyviä virheitä tai epätarkkuuksia (Taulukko 1). Yleisin tyyppi oli puutteellinen vastaus, eli joku tai jotkut reaktion lähtöaineista tai tuotteista puuttuivat. Osassa vastauksia ei taas ollut lainkaan mainittu energian osuutta reaktiossa. Näitä puutteellisia mainintoja oli hieman alle 30 %:ssa vastauksista. Seuraavaksi yleisin epätarkkuus oli lähtöaineiden ja energian yhdistäminen tarvittaviksi aineiksi eli vesi, hiilidioksidi ja valoenergia oli lueteltu tarvittavina aineina yhteyttämisessä. Nämä vastaajat eivät olleet erotelleet energian roolia verrattuna lähtöaineisiin. Ilmaisun perusteella ei myöskään voitu päätellä, että valoenergia olisi ajateltu yhdeksi raaka-aineista. Tarvittavat aineet luetteloituna löytyi noin 17 %:ssa vastauksista. Noin 14 %:ssa vastauksista auringon valoenergia oli selkeästi esitetty yhtenä lähtöaineena reaktiossa ja noin 12 % vastauksista sisälsi maaperän ravinteet yhteyttämisreaktion raaka-aineina.

Taulukko 1. Kysymyksen ”Mitä on yhteyttäminen?” vastausten virheiden ja epätarkkuuksien analyysi ja esimerkkivastaukset

Vastaustyyppi:	Lkm	%
----------------	-----	---

Yksi tai useampi lähtöaineista tai tuotteista puuttuu.	41	22
<i>"Luomakuntaa ylläpitävä kemiallinen reaktio, josta vapautuu happea ja sokeria. Yhteyttäminen on ravintoketjun perusta."</i>		
Tarvittavat aineet on lueteltu.	32	17
<i>"Kasvien tapa tuottaa energiaa. Siihen tarvitaan hiilidioksidia, vettä sekä auringon valoa. Tuotteena on happea ja sokeria, jota kasvi käyttää energianlähteenään."</i>		
Valo on yhtenä raaka-aineena reaktiossa.	27	14
<i>"Fotosynteesi on viherkasvien operatio, jossa ne muokkaavat auringon valoenergiaa, hiilidioksidia ja vettä sokeriksi sekä hapeksi, joka vapautuu ilmakehään."</i>		
Ravinteet ovat yhtenä raaka-aineena reaktiossa.	23	12
<i>"Yhteyttäminen eli fotosynteesi tarkoittaa, että lehtivihreää sisältävät kasvit tuottavat auringon valoenergian avulla vedestä, hiilidioksidista ja ravinteista sokereita ja happea."</i>		
Energia puuttuu.	13	7
<i>"Epäorgaanisista aineista muodostuu orgaanisia aineita. Tärkein elämää ylläpitävä tapahtuma: hiilidioksidi + vesi = sokeri + happi."</i>		
Tyhjä vastaus	2	1

Vastaajien käsitykset

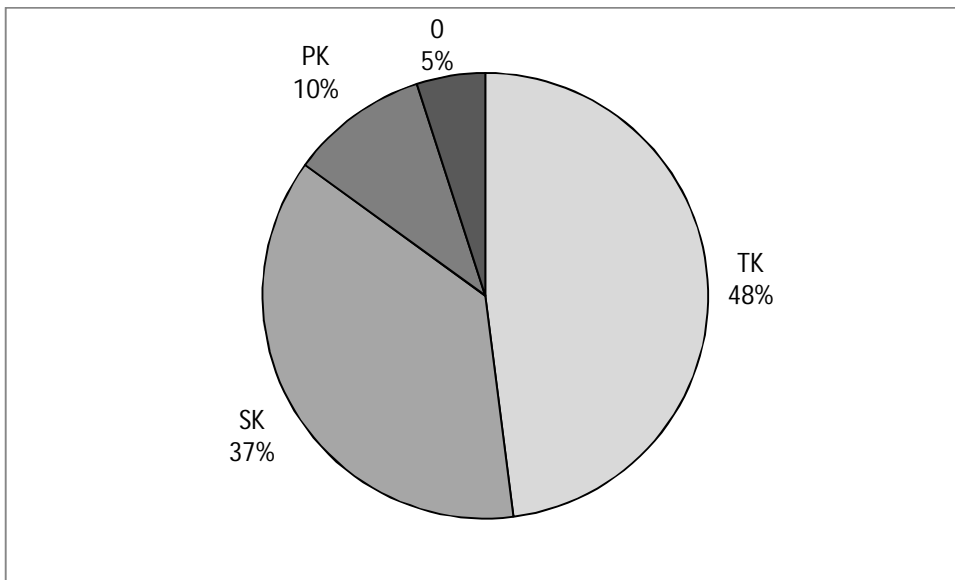
Jälkitestin soveltavien tehtävien (2 ja 3) vastausten perusteella opiskelijat luokiteltiin käsityksensä mukaisiin luokkiin (Kuvio 2). Luokanopettajaopiskelijoista lähes puolella (48 %) oli tieteellinen käsitys yhteyttämisestä; he ymmärsivät kasvin valmistavan oman ravintonsa yhteyttämällä sokeria vedestä ja hiilidioksidista ja vapauttaen happea. Lisäksi auringon valoenergian ilmoitettiin olevan reaktion edellytyksenä. Yli kolmasosalla opiskelijoista (37 %) oli vaihtoehtoinen eli synteettinen käsitys kasvin ravinnon- ja energiansaannista. Näistä vastauksista löytyi jotain tieteellisen ajattelun mukaista tietoa, mutta mukaan oli sekoittunut myös arki ajattelua; esim. hiilidioksidin merkitystä biomassan lisääjänä ei ymmärretty vaan aineen katsottiin olevan peräisin maaperästä. Kymmenesosalla vastaajista oli puutteellinen tai virheellinen käsitys kasvin energian ja ravinnon saantiin tai yhteyttämisestä raaka-aineisiin liittyen. Opiskelijoista 5 % jätti vastaamatta kasvin energian tai ravinnonsaantiin liittyvään kysymykseen.

Seuraavassa on esitetty esimerkki kunkin luokan tyypillisestä vastauksesta:

TK: *"Voikukka saa ravintonsa yhteyttämällä glukoosia vedestä ja hiilidioksidista auringonvalon energian avulla. Energiansa voikukka saa auringonvalosta."*

SK: *"Perunaan energia on päätyneet fotosynteesin ja maasta tulevien ravinteiden kautta."*

PK: *"Peruna saa energiansa auringon lämmöstä ja ravinteista."*



Kuvio 2. Tutkimuksen jälkitestin soveltavien tehtävien 2 ja 3 virhekäsityksiä kasvien ravinnon- ja energiansaannista: TK = tieteellinen, ”oikea” käsitys; SK = vaihtoehtoinen, synteettinen käsitys; PK = puutteellinen käsitys; 0 = tyhjät vastaukset (n = 189).

Pohdinta

Tulosten perusteella voidaan havaita, että opiskelijat osaavat määritellä fotosynteesin suhteellisen hyvin, mutta tietojen soveltaminen tuottaa hankaluuksia. Sähköisen oppimateriaalin hyödyntäminen paransi vastausten tasoa jokaisen kysymyksen kohdalla, mikä oli tietysti odotettavaakin (vrt. Mikkilä-Erdmann, 2001; Ahopelto ym., 2009; Anto ym., 2010; Södervik ym., 2015). Pistekeskiarvot nousivat ja virheellisten käsitysten määrä laski. Oppimateriaalin tuki ei kuitenkaan korjannut läheskään kaikkia fotosynteesiin liittyviä virheellisiä käsityksiä.

Tulosten perusteella havaittiin, että monet opiskelijat ajattelevat kasvin kasvun olevan seurausta veden ja maaperän ravinteiden hyödyntämisestä. Opiskelijoille on haasteellista yhdistää hiilidioksidin vaikutus kasvin kasvuun. Usealle yhteyttämisen merkitys ja kasvin omavaraisuus kasvin energiansaannissa jää epäselväksi. Yleisimmäksi ei-tieteelliseksi käsitykseksi tässä tutkimuksessa nousi käsitys kasvista, joka ottaa energiansa tai ruokansa maaperästä (vedestä tai ravinteista).

Tulokset viittaavat, että luokanopettajaopiskelijoista valittavan suurella osalla (yli kolmannes) oli kasvin energian saantiin liittyvä tieteellisestä käsityksestä poikkeava käsitys. Tämä virhekäsitys säilyi monella oppimateriaalin hyödyntämisen jälkeenkin. Opiskelijat tarvitsevat siis tukea tieteellisen käsityksen omaksumisessa. Erityisesti aktivoivien tehtävien merkitys on suuri. Opiskelijoilla pitää olla mahdollisuus biologian ja kemian jakson harjoitustöiden aikana tehdä tehtäviä, joissa pohditaan kasvin energiansaantiin liittyviä kysymyksiä (laboroinnit, soveltavat tehtävät) sekä tenttikirjallisuuden ja opetusmateriaalin turvin lisätä tietämystään aiheesta. Valitettavasti vain osa opiskelijoista saa mahdollisuuden syventää ymmärrystään oppiaineesta ja käsitystään yhteyttämisestä opetusharjoittelun yhteydessä opettaessaan alakoululaisille kasvin elämänkaarta. Opiskelijat oppivat pohtimaan ja käyttämään ilmiöiden avainkäsitteitä valmistellessaan tunteja ja opettaessaan niitä harjoittelujensa aikana (Ekborg, 2003). Tällöin he kohtaavat myös oppilaiden arki- ja virhekäsitykset, synteettiset ja naiivit teoriat (Marmaroti & Galanopoulou, 2006; Ahopelto ym., 2009; Ahopelto ym., 2011; Södervik, Mikkilä-Erdmann & Vilppu, 2013; Rybska ym., 2016) ja työstävät niitä yhdessä tieteellisempään suuntaan.

Vaihtoehtoisen ja virheellisen käsitysten korjaantuminen on tutkimusten mukaan hyvin monimuotoinen tapahtuma, joka edellyttää suuria muutoksia oppijan tietorakenteissa pitkän ajan kuluessa (vrt. diSessa, 2008; Vosniadou, Vamvakoussi & Skopeliti, 2008). Herää kysymys, pitäisikö opiskelijoilla olla lukio-opintoihin pohjaava oppiaineen sisältötietoon liittyvä pääsyttesti monialaisten jaksoille. Kun oppiaineen ydinsisällöt hallitaan, voidaan monialaisten kullakin jaksolla keskittyä didaktiseen ja pedagogiseen sisältötietoon vahvemmin. Yhden opetustuokion tai ryhmätyöskentelyn aikana monialaisten jaksolla kun tieteellistä käsitystä ei aina saavuteta, vaan opiskelijan olisi pystyttävä työstämään tietorakenteitaan pitempiketoisesti soveltavien ja ongelmanratkaisutyypisten tehtävien avulla.

Tutkimuksen tausta

Tutkimus toteutettiin osana EAGER-projektia, joka kohdistuu digitaalisen oppimateriaalin käyttöön luonnontieteiden oppimisessa ja opetuksessa. Rahoitusta projekti on saanut Suomen Akatemialta (SA 268617) ja Tekesistä.

Lähteet

- Ahopelto, I., Mikkilä-Erdmann, M., Anto, E. & Penttinen, M. (2011). Future elementary school teachers' conceptual change concerning photosynthesis. *Scandinavian Journal of educational Research*, 55(5), 503–515.
- Ahopelto, I., Mikkilä-Erdmann, M., Penttinen, M., & Anto, E. (2009). Yhteyttäminen ja käsitteellinen muutos – interventio luokanopettajaopiskelijoilla. *Kasvatus*, 40(4), 307–316.
- Ahtee, M. (1997). Arkitieto ja tieteellinen tieto luonnontieteiden opetuksessa. *Kasvatus*, 29(4), 358–362.
- Ahtee, M. (1998). Arkikäsitteistä tieteelliseen selitykseen; esimerkkinä fysiikka. Teoksessa M. Ahtee, & T. Markkanen (toim.), *Tiedeopetus kouluissa: Mitä tiede ja tieteellisyys merkitsevät*, Studia Paedagogica, 13, (ss. 19–26). Helsingin yliopisto, Opettajankoulutuslaitos, Vantaan täydennyskoulutuslaitos.
- Anto, E.; Penttinen, M. & Mikkilä-Erdmann, M. (2010). Kognitiivinen konflikti oppikirjatekstin lukuprosessissa ja silmänliikkeissä. *Kasvatus* 41 (5), 445–455.
- Anderson, C. W., Sheldon, T. H., & Dubay, J. (1990). The effects of instruction on college non-majors' conceptions of respiration and photosynthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(8), 761–776.
- Barman, C. R., Stein, M., McNair, S., & Barman, N. S. (2006). Students' ideas about plants & plant growth. *The American Biology Teacher*, 68, 73–79.
- Caravita, S., & Halldén, O. (1994). Re-framing the problem of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 89–111.
- Crane, L., & Winterbottom, M. (2008). Plants and photosynthesis: Peer assessment to help students learn. *Journal of Biological Education*, 42(4), 150–156.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12.
- Ekborg, M. (2003). How student teachers use scientific conceptions to discuss a complex environmental issue. *Journal of Biological Education*, 37(3), 126–132.
- Eskilsson, O., & Holgersson, I. (1999). Everyday phenomena and teachers' training. *European Journal of Teacher Education*, 22(2), 231–245.
- Gatt, S., Tunnicliffe, S. D., Borg, K., & Lautier K. (2007). Young Maltese children's ideas about plants. *Journal of Biological Education*, 41(3), 117–121.
- Käpylä, M., Heikkinen, J. P., & Asunta, T. (2009). Influence of content knowledge on pedagogical content knowledge: The case of teaching photosynthesis and plant growth. *International Journal of Science Education*, 31(10), 1395–1415.
- Leach, J. & Scott, P., (2000). Children's thinking, learning, teaching and constructivism. Teoksessa M. Monk & J. Osborne (toim.), *Good practice in science teaching: What research has to say* (ss. 41–54). Buckingham: Open University Press.
- Marmaroti, P., & Galanopoulou, D. (2006). Pupils' understanding of photosynthesis: A questionnaire for the simultaneous assessment of all aspects. *International Journal of Science Education*, 28, 383–403.
- Mikkilä-Erdmann, M. (2001). Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. *Learning and Instruction*, 11, 241–257.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211–227.
- Rybska, E., Tunnicliffe, S. D., & Sajkowska Z. A. (2016). Children's ideas about the internal structure of trees: cross-age studies. *Journal of Biological Education*. <http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2016.1257500>. [Luettu 5.4.2017].
- diSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the "pieces" vs. "coherence" controversy (from the "pieces" side of the fence). Teoksessa S. Vosniadou (toim.), *International Handbook of Research on Conceptual Change* (ss. 35–60). New York: Routledge. <https://www.book2look.com/embed/9781136578205>. [Luettu 12.4.2017].
- Solomon, J. (1993). The social construction of children's scientific knowledge. Teoksessa P. J. Black, & A. M. Lucas (toim.), *Children's informal ideas in science*, (ss. 85–101). London, Routledge.
- Södervik, I., Mikkilä-Erdmann, M., & Vilppu, H. (2014). Promoting the understanding of photosynthesis among elementary school student teachers through text design. *Journal of Science Teacher Education*, 25, 581–600.

- Södervik, I., Virtanen, V., & Mikkilä-Erdmann, M. (2015). Challenges in understanding photosynthesis in a university introductory biosciences class. *International Journal of Science and Mathematics Education, 13*, 733–750.
- Södervik, I. (2016). Understanding biological concepts at university- investigating learning in medical and teacher education. Turku: Turun yliopiston julkaisu-B, 421.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction, 4*, 45–69.
- Vosniadou, S., Vamvakoussi, X., & Skopeliti, I. (2008). The framework theory approach to the problem of conceptual change. Teoksessa S. Vosniadou (toim.), *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York: Routledge, 3–34.
- https://books.google.fi/books?hl=en&lr=&id=sdYOAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&ots=qz12KqdWii&sig=9pk1GbWzcUpsyCs9gU80VTRC7r0&redir_esc=y#v=twopage&q&f=false. [Luettu 12.4.2017].
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994) Research on alternative conceptions in science. Teoksessa D. L. Gabel (toim.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning* (ss. 177–210). New York: Macmillan.
- Özay, E., & Öztas, H. (2003). Secondary students' interpretations of photosynthesis and plant nutrition. *Journal of Biological Education, 37*(2), 68–70.