Sähköiset oppimispelit kemian opetuksessa

Sanni Anttila

Pro gradu -tutkielma

Kemian laitos

Turun yliopisto

Maaliskuu 2024

TURUN YLIOPISTO

Kemian laitos

SANNI ANTTILA: Sähköiset oppimispelit kemian opetuksessa

Pro gradu -tutkielma, 22 s.

Kemian opettaja

Maaliskuu 2024

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

Abstrakti

Tämä tutkimus tarkastelee sähköisten oppimispelien käyttöä osana kemian opiskelua. Opetus on aikojen kuluessa muuttunut soveltavammaksi ja oppilaslähtöisemmäksi, minkä lisäksi sähköisten oppimisalustojen käyttö on muuttunut osaksi normia. Osin näiden muutosten seurauksena esimerkiksi oppimispelien käyttö osana opetusta ja oppimisen tukemisen välineenä on yleistynyt, ja useat tutkimukset ovatkin havainneet menetelmällä olevan useita etuja. Yksi havaituista hyödyistä on muun muassa oppimispelien viihdyttävyys verrattuna luokkahuoneopetukseen. Tästä seuraa oppilaan motivoituminen oppimista kohtaan ja siten aktiivisempi opiskelu vapaa-ajalla, sekä parempi keskittyminen käsiteltävään aiheeseen.

Tutkimuksessa havaittiinkin, että kemian oppimista tukevia sähköisiä oppimispelejä on nykyisin jo melko paljon löydettävissä ja verrattain helposti saatavilla, kunhan henkilö tietää miten ja mistä etsiä. Tässä tutkielmassa keskittyminen on pääsääntöisesti olemassa olevien oppimispelien rakenteessa ja sisällössä. Rakenteeltaan olemassa olevat oppimispelit ovat pääsääntöisesti erilaisia monivalintatehtäviä ja rakenteiden tunnistustehtäviä. Toisaalta myös soveltavaa tekemistä vaativia sovelluksia oli tarjolla useita. Sovellusten sisällön kannalta varsinkin kemian perusteisiin liittyviä sovelluksia on tarjolla runsaasti, kuten jaksollista järjestelmää ja yksinkertaisia molekyylejä käsittelevät sovellukset. Laajemman etsinnän myötä myös korkeamman asteen kemiaan liittyviä sovelluksia on löydettävissä. Olemassa olevien oppimispelien laatu ja monipuolisuus sekä rakenteen että aineiston puolesta on kuitenkin toistaiseksi vielä melko rajattua.

Avainsanat: kemian oppiminen, oppimispeli, oppimista tukeva sovellus

Sisällysluettelo

Abstrakti 2
1. Johdanto 2
1.1. Kemia oppiaineena 2
1.2. Erilaiset menetelmät opetuksessa 3
1.3. Sähköiset menetelmät opetuksen tukena 4
2. Pelit oppimisen apuvälineenä 5
2.1. Oppimispelin määritelmä 5
2.2. Miksi käyttää oppimispelejä? 6
2.2.1. Sähköisten oppimispelien käytön etuja 6
2.2.2. Sähköisten oppimispelien käytön haittoja 7
3. Tutkimus 8
3.1. Tutkimuksen tavoite & tutkimuskysymykset 8
3.2. Tutkimuksen toteutus 9
3.2.1. Aineiston valinta 9
3.2.2. Aineiston käsittely 10
3.2.3. Aineiston alustava luokittelu 10
3.3. Havaintoja analyysistä 13
3.4. Tutkimuksen tulokset 14
3.5. Havaintoja tutkimusaineistosta 17
4. Johtopäätökset & pohdinta 19
Lähdeluettelo 21

1. Johdanto

1.1. Kemia oppiaineena

Niin kauan, kun on ollut tietoa ja yhteinen kieli, on ollut opettamista. Aikoinaan opettamista oli selviytymistaitojen välittäminen seuraavalle sukupolvelle. Nykyisin opettamisella on hyvin erilainen merkitys yhteiskunnassa. Opettamisella tarkoitetaan systemaattista tiedon jakamista toiselle taholle. Tämän tukemiseksi on luotu oma systeeminsä, koulut. Erilaisilla kouluilla on yhteinen tavoite: opettajat opettavat oppilaille oman alansa tietämystä, jotta nuoret selviäisivät paremmin ajankohtaisessa yhteiskunnassa. Aikojen saatossa ja tieteiden kehityksen seurauksena opetuksen sisältö on muuttunut merkittävästi vastaamaan aina kulloinkin tunnettua todellisuutta. Sen ohella, että opetuksen sisältö on muuttunut, samoin käytettyjä opetusmenetelmiä on muutettu sen mukaisesti, minkä on havaittu olevan oppilaiden kannalta tehokkain opetusmenetelmä. Tiukasta luokkahuoneopetuksesta on siirrytty yhä avoimempiin oppimistilanteisiin ja tämä kehitys jatkuu edelleen. Eri oppiaineissa tämä on huomioitu muun muassa erilaisilla ainekohtaisilla soveltavilla oppimistilanteilla, joilla usein motivoidaan nuorta ainerajat rikkovaan ajatteluun oppimisen monipuolistamiseksi.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet (Opetushallitus, 2014) esittää, että kemia on luonnontieteisiin kuuluva oppiaine, jota opetetaan kouluissa seitsemänneltä vuosiluokalta alkaen. Kemian opetuksen tavoitteena on tukea ja monipuolistaa oppilaan luonnontieteellistä ajattelua ja vahvistaa nuoren maailmankuvan muodostumista. Kemian oppimisen seurauksena nuoren on tarkoitus kyetä ymmärtämään kemiaa ja sen sovelluksia arkipäiväisissä tilanteissa. Lisäksi opetuksen tavoitteena on, että nuori kykenee tekemään kemiaan liittyviä tarkoituksenmukaisia päätöksiä elämässään.

Tavoitteena kemian opetuksella on opettaa nuorelle tarpeellisia käsitteitä ja niiden merkityksiä. Näiden käsitteiden tuntemisen avustuksella nuori tunnistaa ja osaa selittää havaitsemiaan kemiallisia rakenteita ja ilmiöitä. Edelleen nuoren ymmärrys laajentuu olemassa olevan tiedon tulkinnasta uuden tiedon tuottamiseen (Opetushallitus, 2014). Vastaavasti lukion opetussuunnitelman perusteissa (Opetushallitus, 2019) tavoitteeksi esitetään, että nuori oppii tulkitsemaan ilmiöitä erilaisilla tarkastelutasoilla, minkä lisäksi hän kykenee ilmaisemaan tekemiään havaintoja yleisesti tunnustetuilla kemiallisilla merkeillä ja kaavoilla.

Kemia on luonteeltaan tutkiva luonnontiede. Tämä tarkoittaa usein sitä, että aineen opetukseen sisältyy oppikirjaperusteisen opetuksen ohella tutkivaa ja kokeilevaa

työskentelyä. Kemian opetuksessa tämä tarkoittaa pääsääntöisesti erilaisia laboratoriotöitä, joko opettajan esittäminä tai oppilaiden itse toteuttamina (Opetushallitus, 2019). Tämän konkreettisen työskentelyn määrä ja laatu riippuvat sekä nuoren opintojen vaiheesta että kyseisen oppimisympäristön käytössä olevasta rekvisiitasta. Toisinaan esimerkiksi kiireisen oppimistahdin tai puutteellisen työvälineistön seurauksena näitä kokeellisia töitä korvataan jollain toisella menetelmällä, kuten esimerkiksi internetissä tarjolla olevilla sähköisillä simulaatioilla tai opetusvideoilla.

1.2. Erilaiset menetelmät opetuksessa

Oppiaineesta riippumatta opettaminen on tapahtuma, joka muuttuu jatkuvasti vastaamaan tilanteeseen vaikuttavia sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä. Tilanteessa on usein kaksi osapuolta, opettaja ja oppilaat, ja yleisenä tavoitteena on käyttää tilanteeseen sopivaa opetusmenetelmää oppimistilanteen hyödyn maksimoimiseksi (Ganyaupfu, 2013).

Ennen nykyisten opetusmallien kehittymistä ja käyttöönottoa, voimakkaassa suosiossa olivat opettajakeskeiset opetusmenetelmät. Tällöin opetustilanne etenee voimakkaasti opettajan johdolla ja kuten aina, menetelmällä on sekä heikkoutensa että vahvuutensa. Etuna on, että opetustilanne on selvästi opettajan hallinnassa ja on mahdollista käsitellä paljon materiaalia nopealla aikataululla. Heikkoutena on oppilaiden osallistumisen puute: oppilaista monilla voi olla ongelmia pysyä opetuksen tahdissa, oppilaan oma ajattelu ja pohdinta jää vähälle arvolle ja käytännön harjoitusten tekeminen on usein vähäistä, jolloin oppilaille ei kerry kokemusta (Ganyaupfu, 2013).

Nykyisin opetuksessa usein suositaan avoimempia ja soveltavampia opetusmenetelmiä, jossa oppilas saisi suuremman roolin opetustilanteessa. Tällöin opetustilanne voi olla vuorovaikutusta oppilaan ja opettajan välillä tai oppilas voi ottaa päävastuun oppimistilanteessa (Ganyaupfu, 2013). Esimerkiksi erilaiset yhdessä oppimisen menetelmät saavat tänä päivänä selvän roolin osana luokkahuoneopetusta. Tällaisia menetelmiä ovat muun muassa keskusteluun tai väittelyyn sidonnainen oppiminen, jotka molemmat edellyttävät oppilailta sekä yhteistyötaivoja että motivaatiota työskennellä luokkahuoneen ulkopuolella (Haukijärvi ym., 2014).

Perinteisten opetusmenetelmien ohelle on viime vuosikymmenien aikana noussut yhä selvemmin havaittavasti teknologian rooli osana arkea ja opetusta. Opetuksen

laajentuminen sähköiseen ympäristöön alkoi jo käytössä olevan opetusmateriaalin siirtämisellä sähköisille alustoille. Tavoitteena oli opetuksen siirtäminen osittain sähköiseen ympäristöön ja tämän sähköisen ympäristön tarjoamien uudenlaisten mahdollisuuksien hyödyntäminen. Siirtymä sähköiseen opetukseen tapahtuu kuitenkin vaihtelevalla nopeudella riippuen koulun resursseista ja opettajien sitoutumisesta muutokseen. Varsinkin muutoksen alkuaikoina siirtymä tapahtui hitaasti, sillä kouluilla ei yksinkertaisesti ollut tarpeeksi osaavaa henkilökuntaa sähköisen oppimisen tukemiseksi (Pietzner, 2014).

1.3. Sähköiset menetelmät opetuksen tukena

Sähköiset oppimispelit ovat vielä verrattain uusi elementti, minkä vuoksi niiden käyttö osana opetusta on toistaiseksi melko vähäistä. Kuitenkin tutkimukset ovat osoittaneet, että opettajilla olisi mielenkiintoa ottaa sähköisiä oppimispelejä osaksi opetusta. Rajoittavana tekijänä monissa tapauksissa on usein osaajien ja resurssien puute. Osittain näistä syistä johtuen oppimispelien ohjattu käyttö opetuksen tukena ennen 2010-lukua onkin ollut melko vähäistä (Wastiau ym., 2009).

Johtuen oppimispelien uutuudesta, aiheesta suoritettujen tutkimusten määrä on vielä toistaiseksi melko rajattua, mutta alustavat tulokset ovat hyvinkin lupaavia. Artikkeleissa *Using the concept of game-based learning in education* (Liu ym., 2020) ja *The effect of educational games on learning outcomes, student motivation, engagement and satisfaction* (Yu ym., 2021) todetaan, että monet aiempiin tutkimuksiin osallistuneet oppilaat ovat kokeneet oppimispelien käytön perinteisiä oppimismenetelmiä mielekkäämmäksi oppimismenetelmäksi, ja oppilaat ovat tämän seurauksena valmiita vapaaehtoisesti kuluttamaan enemmän omaa aikaansa opittavien aiheiden käsittelyyn. Tutkimuksissa on tosin myös todettu, että motivaation kehittyminen on aina oppilaskohtaista, ja vaikka monet oppilaat ottavatkin oppimispelien käytön mielenkiinnolla vastaan, on joukossa myös useita oppilaita, joille tämä oppimismenetelmä ei sovellu.

2. Pelit oppimisen apuvälineenä

2.1. Oppimispelin määritelmä

Kun aloitetaan käsitteistä, termillä *peli* on melko laaja ja joustava määritelmä. Ensimmäiset todisteet pelien olemassaolosta ovat yli 5000 vuoden takaisia. Käsitteellä on ollut paljon aikaa kehittyä, ja käsite on edelleenkin jatkuvassa muutoksessa uusien menetelmien ja sovellusten kehittymisen myötä. (Cheng ym., 2015). Artikkelissa *The game definition game: A review* (Stenros, 2017) mainitseekin, että ajan kuluessa yhä erilaisia pelejä on kehitetty, ja tämän seurauksena pelin tarkan määritelmän hahmottaminen on ollut toisinaan melko hankalaa. 1900-luvun alkupuolella käytössä oli yli 60 erilaista määritelmää pelille, riippuen siitä millä alueella henkilö elää tai millaiseen yhteisöön henkilö kuuluu.

Varsinainen *pelin* määritelmä kehitettiin 1970-luvulla, jolloin olemassa olevista määritelmistä muodostettiin yksi kattava selitys sille, mitä termillä *peli* tarkoitetaan. Tällöin määriteltiin, että peli on tilanne tai tapahtuma, jossa yksi tai useampi pelaaja toimii yhteisten sääntöjen mukaisesti ennalta määrätyn tavoitteen saavuttamiseksi (Stenros, 2017). Tästäkin huolimatta käsite *peli* on yhä melko joustavasti määriteltävissä, ja sen alle mahtuu useita eri kategorioita. On esimerkiksi olemassa ilman välineitä leikittäviä pelejä, pelimäisiä leikkejä, joissa hyödynnetään vaihtelevaa rekvisiittaa, perinteisen kaltaisia kortti- tai lautapelejä sekä nykyaikaisempia sähköisiä pelejä.

Oppimispelillä tarkoitetaan käytännössä mitä tahansa peliä, johon on lisätty oppimisen kannalta merkityksellistä sisältöä. Vastaavasti pelaamalla tapahtuva oppiminen perustuu pelin rakenteeseen tai sisältöön, jolla on suunnitelmallinen oppimista tukeva tarkoitus. Sisällöllisesti erilaiset oppimispelit soveltuvat erilaisiin aiheisiin ja oppimistilanteisiin. Oppimispelit voivat rakenteeltaan olla joko perinteisiä fyysisessä ympäristössä tapahtuvia pelejä tai sähköiseen ympäristöön suunniteltuja pelejä (Plass ym., 2015).

Oppimispelejä edelleen jaetaan eri kategorioihin niiden rakenteen ja oppimissisällön perusteella. Rakenteellinen jako soveltuu kaikkiin sähköisiin peleihin, ja se perustuu pelin toteutustapaan. Peli voi esimerkiksi olla seikkailupeli, ongelmanratkaisupeli tai roolipeli ja eri pelit sopivat eri pelaajamäärille (Cheng ym., 2015). Sisällöltään peli voi olla alkujaan suunniteltu viihdyttämistä varten, jolloin siihen on myöhemmin lisätty oppimissisältöä. Toisessa tapauksessa peli on jo alun perin suunniteltu oppimista varten, jolloin peli voi luonteeltaan olla melko vakava.

2.2. Miksi käyttää oppimispelejä?

Erilaisten havaintojen ja varsinaisten tutkimusten perusteella on havaittu selviä etuja käytettäessä oppimispelejä osana opetusta. Nykyaikana monet ihmiset, etenkin nuoret, käyttävät verrattain paljon aikaa erilaisten pelien pelaamiseen. On myös havaittavissa, kuinka tämä aika kuluu keskittyen melko tarkasti kohteena olevaan peliin. Tästä havainnosta muodostui aate hyödyntää erilaisia pelejä osana oppimista. Myöhemmissä tutkimuksissa huomattiinkin, että pelimuotoinen oppiminen motivoi nuorta keskittymään paremmin ja pidempikestoisemmin oppimiseen (Plass ym., 2015).

Yksi syy hyödyntää oppimispelejä osana opetusta on niiden monipuolisuus. Erilaisia pelejä on lukuisia ja niitä voi toteuttaa useilla eri tavoilla. Oppimispelien rakenteilla ja sisällöillä määritetään tarkoituksenmukaisia oppimistavoitteita, ja muuttamalla pelin asetuksia, on samaa oppimispeliä mahdollista hyödyntää useissa eri opetustilanteissa (Plass ym., 2015). Nykyaikainen mahdollisuus pelata oppimispelejä lukuisilla eri välineillä on myös eduksi. Pelaaminen ei enää rajoitu vain pelikonsoliin tai kiinteisiin pelikoneisiin, vaan sähköisellä alustalla olevaa oppimispeliä on mahdollista pelata myös vaikkapa tabletilla tai kännykällä (Cheng ym., 2015).

2.2.1. Sähköisten oppimispelien käytön etuja

Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että pelien käyttäminen oppimisen tukena edistää nuorten oppimista (Dabbagh ym., 2016). Nykypäivän nuoriso on tottunut siihen, että pelaaminen on osa arkipäiväistä viihdykettä. Pelaaminen on jotain, mitä nuoret tekevät omatoimisesti ja he ovat täten hyvinkin motivoituneita pelien suhteen. Tämä edelleen johtaa nuorten korkeampaan oppimismotivaatioon, kun oppiminen tapahtuu pelin välityksellä (Wastiau ym., 2009). Monet peleistä ovat rakenteeltaan tai tyypiltään sellaisia, että niiden pelaaminen edistää nuorten sosiaalista vuorovaikutusta toisten kanssa. Useamman pelaajan vaativat oppimispelit edellyttävät nuorelta käsiteltävän asian osaamisen ohella muun muassa kykyä huomioida muiden henkilöiden työskentelyä ja olla vuorovaikutuksessa toisiin pelaajiin pelin osoittaman kontekstin perusteella (Dabbagh ym., 2016; Wastiau ym., 2009).

Motivaation ja sosiaalisen vuorovaikutuksen edistämisen ohella oppimispelien käyttö tukee nuorten oppimista myös muiden ominaisuuksien johdolla. Riippumatta siitä, millä alustalla pelaaminen tapahtuu, pelaamiseen liittyy aina jonkinlainen ympäristö. Riippuen siitä, millainen ympäristö peliin on liitetty, pelaaminen takaa jonkin tasoisen

käytännön tekemisen ja mahdollisesti visuaalisen kokemuksen aiheeseen liittyen. Samalla peli usein esittää jonkinlaisen kontekstin sisällölleen, jolloin oppimispelien pelaaminen tukee sekä muistamista että oppimista (Dabbagh ym., 2016).

Yksi merkityksellisimmistä eduista sähköisten oppimispelien käytössä on niiden ajankäytölliset mahdollisuudet. Sähköisellä alustalla olevat pelit ovat oppilaan saavutettavissa koska vain, jolloin myös oppimista voi tapahtua minä ajankohtana hyvänsä. Samalla oppimispelien käyttö osana oppimista mahdollistaa sen, että nuorella on suurempi asema oppimisensa aikataulutuksessa (Dabbagh ym., 2016). Etenkin nuoret, jotka kärsivät jonkinasteisista oppimisvaikeuksista tai nuoret, joilla on vähäinen motivaatio koulunkäynnin suhteen hyötyvät sähköisten oppimispelien käytöstä. Oppimispelien käyttö sekä tukee että motivoi näitä nuoria opintojensa suhteen tarjoamalla heille erilaisen tavan oppia (Wastiau ym., 2009).

Otetaan esimerkkitapaus.

Nuori opiskelee jotain useista osioista muodostuvaa laajempaa asiakokonaisuutta oppimispelin avustuksella. Koulussa opettaja käy oleelliset asiat läpi luokan kanssa, mutta nuoren on tarkoitus perehtyä asiaan tarkemmin asianmukaisten oppimispelien avustuksella. Tällaisessa tilanteessa nuori voi ensinnäkin aikatauluttaa kyseisen oppimisen muun koulunkäynnin osaksi. Oppimispeli on aina käytettävissä, joten oppilaan on itse aikataulutettava oppimisensa niin, että hän ehtii oppia sekä tämän uuden aiheen, että käyttää tarpeeksi aikaa muihin koulutöihin.

Aikataulutuksen ohella nuorella on myös normaalia enemmän valtaa käsiteltävien asioiden läpikäymisnopeuden suhteen. Jos käsiteltävät asiat tuntuvat helposti ymmärrettäviltä, voi nuori suorittaa oppimisensa melko nopeasti ja yksiselitteisesti. Jos nuorella vastaavasti on ongelmia, voi hän toteuttaa oppimisensa selvästi hitaammin, ja tarpeenmukaisesti pelata tarpeellisen oppimispelin useaan otteeseen ymmärtääkseen käsiteltävän asian toivotulla tasolla. Oppimispelien käytön avustuksella nuori saa jatkuvasti reaaliaikaista palautetta oman oppimisensa etenemisestä ja samalla asiavirheiden muodostumisen riski vähenee.

2.2.2. Sähköisten oppimispelien käytön haittoja

Jotkin sähköisten oppimispelien mahdollistamat edut voivat väärinkäytettyinä muuttua oppimisen haitoiksi. Esimerkiksi kun nuoren oma vastuu oppimisensa etenemisessä

kasvaa, voi tämä kostautua, mikäli nuori ei osaa ajoittaa koulutyötään mielekkäällä tavalla. Sama tapahtuu, jos nuoren motivaatio oppimisen suhteen on liian alhainen, jolloin hän voi tarkoituksenomaisesti laiminlyödä omaa oppimistaan. Sekä perinteistä että oppimispeleihin sitoutuva oppiminen edellyttää aina nuoren omaa motivaatiota ja valmiutta työskennellä, jotta oppimista voi tapahtua.

Tämän ohella oppimispelien käytön yleiseksi heikkoudeksi on havaittu niiden vaatiman ajatustyömäärän suhde verrattuna perinteisiin oppimismenetelmiin (Yu, 2019). Tämä johtuu pääsääntöisesti oppimispelien luonteesta, ja ylimääräisen työn määrä riippuu oppimispelin tyypistä ja rakenteesta. Perinteisessä oppimisessa oppiminen tapahtuu yleensä systemaattisesti ja melko suljetussa ympäristössä. Tämän seurauksena oppimiseen vaadittava työmäärä on verrattain hallittavissa ulkoisten ärsykkeiden puuttumisen seurauksena. Vastaavasti oppimispelit sisältävät opittavan materiaalin lisäksi sitä ympäröivän pelisysteemin. Tämä ympäristö aiheuttaa ylimääräisiä ärsykkeitä, ja nuoren on keskityttävä oppimisen ohella myös peliin itseensä (Yu, 2019). Keskittyminen useampaan asiaan kerralla kehittää hieman nuoren kykyä monitasoiseen ajatustyöhön tulevaisuudessa, mutta varsinainen oppiminen oppimispelin välityksellä on mielelle rasittavampaa kuin esimerkiksi oppiminen lukemalla oppikirjaa.

3. Tutkimus

3.1. Tutkimuksen tavoite & tutkimuskysymykset

Toteutetun tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia kemian opetuksen tukemiseen soveltuvia pelejä on löydettävissä sähköisille alustoille. Vaikka tutkimuksen aihe on verrattain uusi, on se samalla melko laaja. Tämän vuoksi tutkimuksen toteutusta varten määrittelin joitain rajauksia, jotta tutkimus ei muodostuisi liian laaja-alaiseksi. Tässä nimenomaisessa tutkimuksessa rajoittavina tekijöinä käytin seuraavia ehtoja:

1) Keskittyminen älypuhelimille ladattaviin maksuttomiin sovelluksiin
2) Sovellukset ovat ladattavissa Google Playn kautta

Tämän lisäksi ladatut sovellukset lajiteltiin sisältönsä mukaan erilaisiin alakategorioihin. Käytetty lajitteluperiaate ottaa mallia *pelin* määritelmästä (Stenros, 2017), mutta käytetyt kategoriat muodostuivat pohjimmiltaan tutkimuksen suorittamisen aikana, huomioimalla tutkimukseen valikoituneiden sovellusten tyyppejä.

Tutkimusta toteuttaessa käytettiin seuraavanlaisia kysymyksiä ohjaamaan tutkimuksen etenemistä ja suuntautumista:

a) Miten helposti kemian oppimisen tukemiseen soveltuvia pelejä on löydettävissä?
b) Millainen jakauma eri kemian aihealueilla on tarkasteltavissa oppimispeleissä?
c) Miten hyödyllisiä nämä pelit ovat oppimisen kannalta?

Lisäksi tutkimuksessa kiinnitettiin huomiota valikoituneiden sovellusten

i. sisältöön,
ii. rakenteeseen ja
iii. kohdeyleisöön

Ottamalla mallia edellä mainituista ominaisuuksista, tämän tutkielman varsinaiset tutkimuskysymykset perehtyvät viimeisimmässä kohdassa mainittuihin tarkasteltujen sovellusten sisältöön ja rakenteeseen.

- Millaisia toimintaperiaatteita on kemian oppimista tukevilla sovelluksilla?
- Mistä kemian aiheista löytyy kemian oppimista tukevia sovelluksia?

3.2. Tutkimuksen toteutus

3.2.1. Aineiston valinta

Tämän tutkimuksen toteutus koostui useasta vaiheesta. Ensimmäiseksi valitsin sovellukset, joihin tutkimus perustuu. Tämä tutkimuksen vaihe on mahdollista toteuttaa lähes millä vain aiheeseen liittyvällä sanastolla. Koska tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia kemian oppimista tukevian pelejä tavallinen suomalainen oppilas voi hyödyntää opintojensa aikana, päädyin käyttämään mahdollisimman selkeää suomenkielistä hakutermiä. Tutkimukseen sopivia sovelluksia etsittiin Google Play -kaupassa käyttämällä suomenkielistä hakusanaa ’*kemia peli*’. Rajoitteeksi sovellusten valinnalle asetettiin, että sovellukset ovat avoimesti ladattavissa ja niiden perusversio on maksuton. Hakusanalla löytyneistä lukuisista sovelluksista valittiin systemaattisesti 35 ensimmäistä, riippumatta sovelluksen nimen kielestä. Valitut sovellukset ladattiin älypuhelimelle varsinaisen tutkimuksen suorittamista varten.

3.2.2. Aineiston käsittely

Tämän tutkimuksen suorittamisen aikaan aikaisempia aiheeseen liittyviä tutkimuksia oli julkaistuna hyvin rajallisesti, minkä vuoksi minulla ei ollut käytössä soveltuvia malleja, joihin perustaa tutkimukseni eteneminen/suuntautuminen. Edelleen ennen tarkempaa perehtymistä tutkimukseen valittuihin sovelluksiin, oli hyvin hankalaa arvioida, mitä ominaisuuksia sovelluksista olisi oleellista nostaa esille. Tästä johtuen, tutkimuksen aineiston käsittely ja tulosten muodostuminen pohjautuu hyvin voimakkaasti aineistolähtöisen sisältöanalyysin perusteisiin. Aineistolähtöinen sisällönanalyysi on nimensä mukaisesti analyysi, jonka ’raamit’ luodaan vasta sen jälkeen, kun käytössä olevaan aineistoon on jo tutustuttu. Teoksessa *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi* (Sarajärvi & Tuomi, 2017) esitetään, että aineistolähtöinen sisällönanalyysi perustuu kolmeen vaiheeseen; aineiston pelkistämiseen, ryhmittelyyn ja teoreettisten käsitteiden luomiseen. Karkeasti ilmaistuna, tämä analyysimenetelmä perustuu pitkälti siihen, että analyysin suorittaja perehtyy ensin melko pinnallisesti käytössä olevaan aineistoon, ja luo tämän perusteella alkeelliset tavoitteet analyysille. Tämän jälkeen aineistoa yksinkertaistetaan ja luokitellaan tarpeen mukaisesti, kunnes aineistosta saadaan erotettua jotain kiinnostavaa, josta voidaan laatia tuloksia.

Koska tässä tutkimuksessa käytetty aineisto oli ennestään täysin tuntematonta ja täten alustavien hypoteesien laatiminen hyödytöntä, tämä tutkimus toteutettiin hyödyntämällä aineistolähtöisen sisällönanalyysin määritelmää.

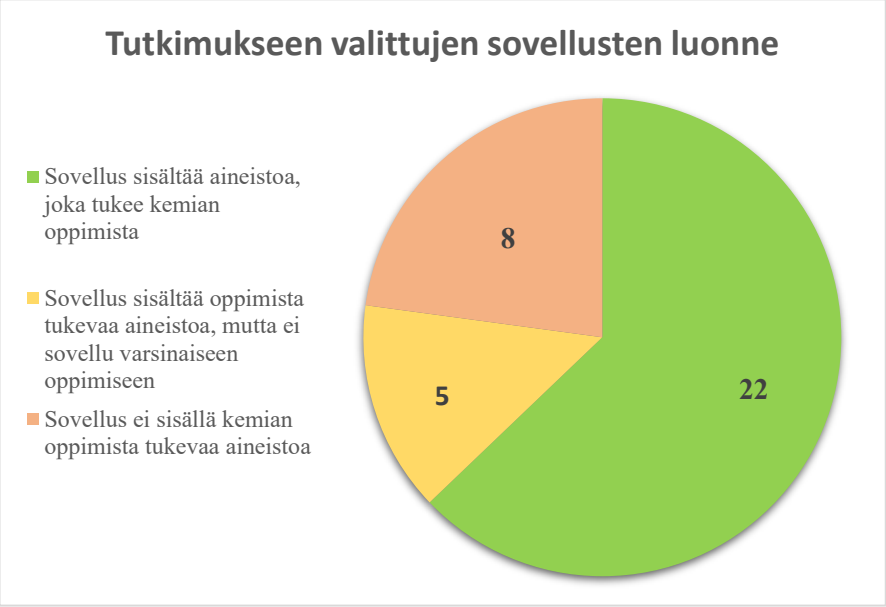
3.2.3. Aineiston alustava luokittelu

Valittujen 35 sovellusten lataamisen jälkeen suoritettiin kevyt läpikäyminen, jossa huomioitiin pinnallisesti valittujen sovellusten luonnetta, rakennetta ja sisältöä. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin mukaisesti, tämän alustavan katsauksen perusteella tarkasteltavat sovellukset luokiteltiin pelkistetysti ensin kahteen ryhmään riippuen siitä, liittyikö mikään kyseisen sovelluksen sisällössä kemian oppimiseen vai ei. Karkeasti voidaan ajatella, että osa ladatuista sovelluksista sisältää materiaalia, joka tukee kemian oppimista ja osa sovelluksista on vastaavasti suunniteltu puhtaasti viihdekäyttöön ilman oppimista tukevaa sisältöä tai rakennetta. Ladatuista sovelluksista 8 ei sisältänyt minkään asteista kemian oppimista tukevaa materiaalia.

Ensimmäistä luokittelua seurasi toinen, perusteellisempi tutustuminen jäljellä oleviin sovelluksiin. Tämän perehtymisen myötä tapahtui uusi luokittelu, jossa jäljelle jääneet

27 sovellusta jaettiin edelleen kahteen uuteen ryhmään. Tässä luokittelussa pääjoukosta erotettiin vielä 5 sovellusta, jotka sisältävät jonkin verran opetusta tukevaa materiaalia, mutta joiden painottuminen ei ole kemian oppimisessa tai materiaali sisältää huomattavia virheitä. Esimerkiksi taulukossa 1 mainittu *PhET*-sovellus kattaa kemian lisäksi myös laajoja aihealueita muista oppiaineista, ja *Science*-sovellus perustuu pääsääntöisesti biologian aiheisiin. Näiden kahden luokitteluvaiheen myötä tutkimuksen tuottamat tulokset perustuvat jäljelle jääneisiin 22 sovellukseen, jotka sisältävät kemian oppimista tukevaa materiaalia.

Tutkimuksessa tarkastelun kohteena olevien sovellusten sopivuus toimia mahdollisesti kemian oppimisen tukivälineenä näytetään kuvaajassa 1. Vastaavasti taulukossa 1 esitetään tutkimuksen kohteena olevien sovellusten nimet ja julkaisupäivät, sekä eritellään tarkemmin, mitkä sovellukset kuuluvat mihinkin kuvaajan 1 esittämistä sektoreista. Kaikki tarkastelussa olevat sovellukset on valmistanut Google Commerce Ltd. Taulukossa 1 esitetään niin ikään osa Google Play -kaupan sovellukseen liittämistä luokista. Luokittelussa ei mainita, että kaikki tutkimuksessa tarkemmin käsitellyt sovellukset ovat yksinpelejä, eikä luokittelussa myöskään esitetä sovelluksen ulkoasuun tai käyttöominaisuuksiin liittyviä luokkia. Näiden perustietojen lisäksi taulukossa esitetään sovellusten mahdollisuus toimia kemian oppimisen tukivälineenä.



Kuvaaja 1. Tutkimukseen valittiin 35 ilmaista sovellusta, jotka ladattiin älypuhelimelle Google Play -kaupasta käyttämällä hakutermiä ’kemia pelit’. Kuvaajassa esitetään valittujen sovellusten soveltuvuutta kemian oppimisen tueksi.

Taulukko 1. Taulukossa on nimettynä kaikki tutkimusta varten ladatut sovellukset, sekä kyseisten sovellusten julkaisupäivät ja kelpoisuus toimia apuvälineenä kemian opiskelussa. Viivalla merkityt sovellukset sisältävät oppimisen kannalta asiallista sisältöä, mutta sisältö ei joko liity (vain) kemian oppimiseen, tai joukossa on lisäksi selviä asiavirheitä, jotka mahdollistaisivat virheellisen tiedon oppimisen.

Sovelluksen nimi	Julkaisu	Google Play:n käyttämä luokittelu	Tukee kemian oppimista
Alchemists: Lab Equipment	12.10.2014	Lautapelit	EI
Alchemy	1.11.2020	Yhdistä, Älypelit	EI
Alkuaineet - Symbolit ja nimet	13.9.2014	Opetus	KYLLÄ
Alkuaineet-muistipeli	14.3.2021	Opetus	KYLLÄ
Amino Acids	29.8.2014	Opetus	KYLLÄ
Atomas	30.3.2015	Logiikka, Pulmapelit	EI
Beaker - Mix Chemicals	5.10.2015	Koulutus	-
Chem Merge Periodic Table	17.11.2022	Yhdistä, Älypelit	KYLLÄ
Chemical Substances: Chem-Quiz	4.9.2014	Opetus	KYLLÄ
Chemistry Lab	30.10.2014	Koulutus	KYLLÄ
Chemistry Lab: Comppouds Game	16.9.2017	9–12-vuotiaat, Opetus	-
Chemival Manager	25.4.2018	Yritys	EI
ChemLab	2.1.2021	*	KYLLÄ
Crazy Scientist: Lab Experiment	5.12.2019	Opetus	-
Element Flow	29.7.2020	Simulaatio, Älypelit	EI
Hiilivedyt	31.8.2014	Opetus	KYLLÄ
Jaksollinen Järjestelmä - Game	7.3.2020	Opetus	KYLLÄ
Jaksollinen Järjestelmä Quiz	9.8.2012	Koulutus	KYLLÄ
Kemia	4.4.2011	Koulutus, Tiede	KYLLÄ
Kemia Tietovisa Pelit	18.8.2017	Opetus, Trivia	KYLLÄ
Kemialliset Kaavat Tietokilpailu	23.1.2018	Koulutus	KYLLÄ
Kemialliset Merkit Tietokilpailu	1.9.2017	Koulutus	KYLLÄ
Kemistri	16.9.2019	Opetus	KYLLÄ
KingDraw Chemistry	24.12.2018	Koulutus	KYLLÄ
Little Alchemy	22.6.2012	Yhdistä, Älypelit	EI
Little Alchemy 2	23.8.2017	Simulaatio, Älypelit	EI
Magic Chemistry Palapeli	4.1.2021	Älypelit	EI
Periodic Table 2022 - Kemia	5.3.2016	Koulutus	KYLLÄ
Periodic Table Quiz	11.10.2017	Opetus	KYLLÄ
PhET	19.6.2016	Koulutus, Tiede	-
QuickChem	25.8.2015	Koulutus, Tiede	KYLLÄ
ReactionFlash	1.2.2017	Koulutus	KYLLÄ
Reaktioyhtälöt-peli	29.6.2021	Opetus	KYLLÄ
Science Game	12.11.2015	Opetus, Trivia	-
Unreal Chemist - Chemistry Lab	16.12.2021	Koulutus	KYLLÄ

*Sovellus ei ollut enää Google Play -kaupassa taulukkoa tehdessä, joten luokat eivät ole tiedossa.

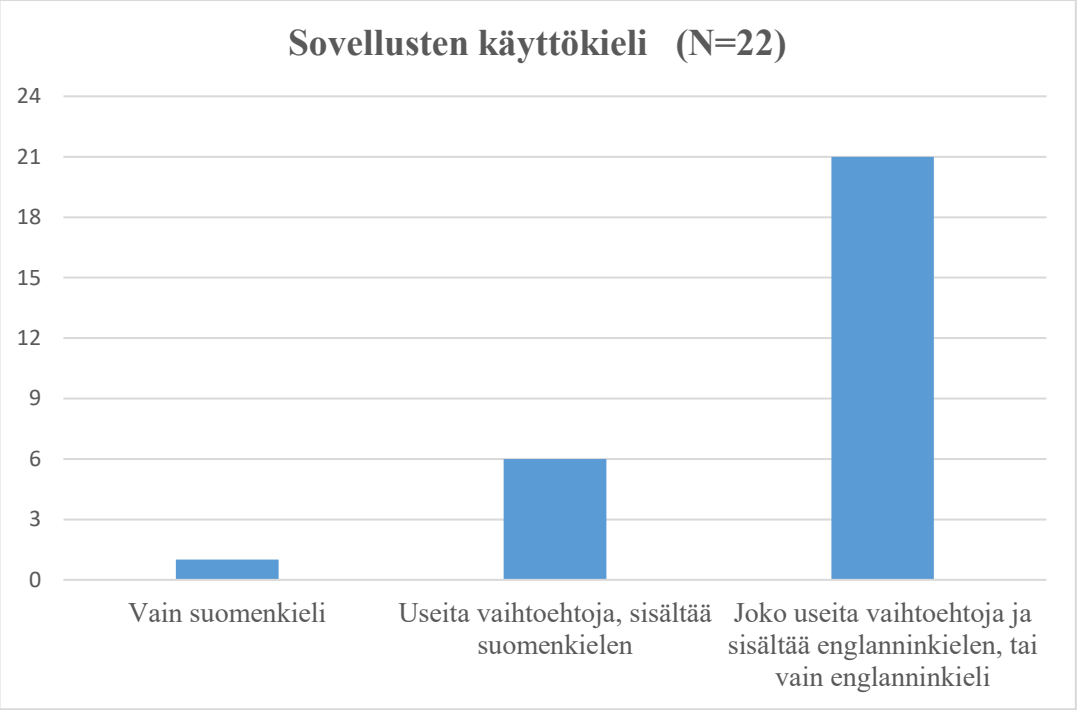
3.3. Havaintoja analyysistä

Tarkasteltavan sovellusjoukon määrittämisen jälkeen, perehdyin näihin sovelluksiin järjestelmällisemmin. Jo toteutetuissa luokitteluissa valittiin perusteellisempaa tarkastelua varten ne sovellukset, jotka sisältävät jotain kemian oppimista tukevaa oppimateriaalia. Näitä vaiheita seurasi uusi summittainen luokittelu, jossa sovellukset lajiteltiin niiden rakenteen perusteella kolmeen eri ryhmään. Yksi ryhmä sisältää sovelluksia, jotka sisältävät kemian oppimisen kannalta hyödyllistä materiaalia, mutta jotka eivät varsinaisesti vaadi oppilaan omaa tekemistä. Tähän kategoriaan kuuluvat esimerkiksi sähköisessä muodossa olevat kemianoppikirjat ja erimuotoiset jaksolliset järjestelmät. Toinen kategoria muodostuu sovelluksista, jotka tukevat oppilaan kykyä harjoitella ja kerrata jo opittua materiaalia itsenäisesti ja vahvistaa täten oppilaan omaa osaamista, mutta jotka ovat rakenteeltaan niin yksinkertaisia, että niiden luokittelu peleiksi on hieman kyseenalaista. Tällaisia sovelluksia ovat esimerkiksi sellaisen ohjelmat, jotka muodostuvat eräänlaisista harjoituskorteista, joilla oppilas voi testata omaa osaamistaan. Viimeiseen kategoriaan kertyvät ne sovellukset, jotka vaativat enemmän vuorovaikutusta käyttäjältä ja jotka sisältävät kemian opetusta/oppimista tukevaa materiaalia. Tätä luokittelua ei varsinaisesti tuoda esille tutkimuksen tuloksissa, mutta eri ryhmien olemassaolo on syytä muistaa. Eri ryhmien ominaisuudet tulevat osittain esille tarkasteltaessa eri sovellusten toimintaperiaatteita tuloksia muodostaessa.

Edelleen tutkimuksen pinnallisemmassa vaiheessa perehdyin sovelluksissa käytettyihin kieliin ja ulkoasuun. Kuvaajassa 2 esitetään tutkittujen sovellusten käyttökielen jakaumaa. Suurimmassa osassa sovelluksia oli tarjolla valikko, josta oli mahdollista valita mieleinen käyttökieli. Vain muutamissa sovelluksissa käyttökieltä ei ollut mahdollista muuttaa. Lähes kaikki sovellukset olivat käytettävissä englannin kielellä, ja tämä edellyttää sovelluksen käyttäjältä kemian sanaston kohtalaista osaamista vieraalla kielellä, jotta hän hyötyisi sovelluksen käyttämisestä. Sovelluksista vain yksi oli puhtaasti suomenkielinen ja sovelluksista 6 sisälsivät mahdollisuuden valita suomen kieli sovellusta käytettäessä. Sovelluksista monet, jotka olivat sisällöltään selvästi suunniteltu tukemaan kemian oppimista, olivat ulkoalustaan hyvin selkeitä ja toiminnoiltaan yksinkertaisia.

Useiden sovellusten ulkoasut ovat melko yksinkertaisia. Sovellusten graafinen suunnittelu on selvästi jäänyt vähäisemmälle merkitykselle verrattaessa sisältöön, ja sovelluksista monet hyödyntävät selviä kontrastieroja materiaalin esittämiseen. Nykypelien tarkat ja yksityiskohtaiset piirteet puuttuvat lähes kaikista tarkasteltavista

sovelluksista, mutta joukossa oli myös muutama sovellus, joiden ulkoasuun oli selvästi panostettu enemmän. Toisaalta taulukosta 1 jo näkeekin, että useilla tutkimukseen valituilla sovelluksilla on jo jonkin verran ikää. Kaikki tutkimukseen valitut sovellukset ladattiin Google Play -kaupasta kevään 2022 aikana, joskin monet sovellukset ovat päivittyneet useaan otteeseen tämän jälkeen. Yksinkertaisen ulkoasun ohella useisiin sovelluksiin on tuotu graafisesti tuttuja elementtejä luokkahuoneesta, kuten harjoittelukortit (mustaa tekstiä valkoisella alustalla) ja yhdessä sovelluksessa hyödynnettiin jopa liitutaulua tekstin esittämisessä.



Kuvaaja 2. Kuvaajassa esitetään tutkimuksessa käytettyjen 22 sovelluksen mahdolliset käyttökielet. Kuvaajasta voi nähdä, kuinka vain noin 30 % tarkasteltavista sovelluksista on mahdollista käyttää suomeksi.

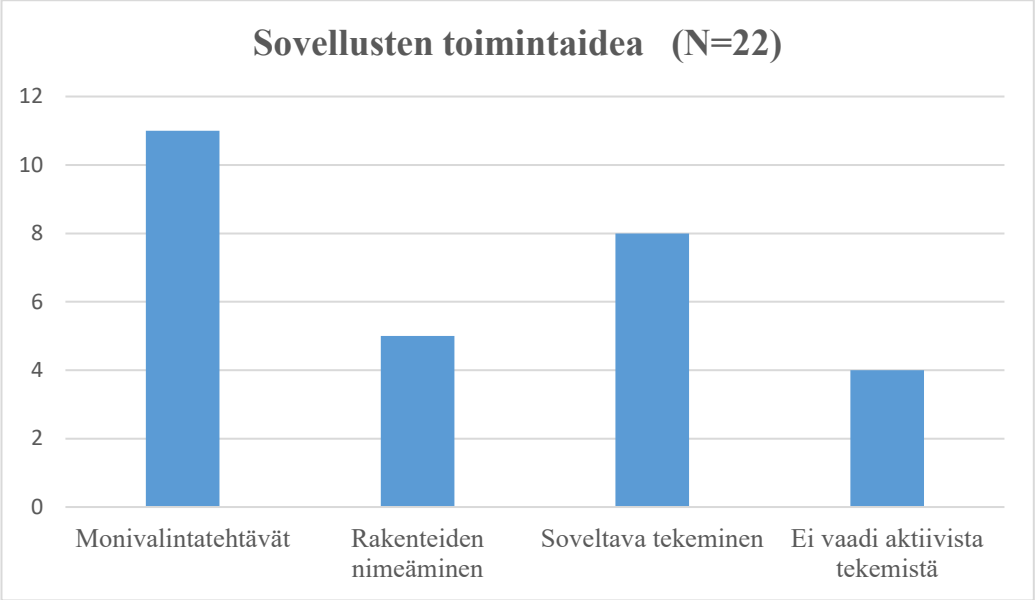
3.4. Tutkimuksen tulokset

Siirryttäessä varsinaisten tulosten tarkasteluun, tässä tutkimuksessa kiinnitetään huomiota kahteen määriteltyyn ominaisuuteen tarkasteltavissa sovelluksissa. Vaikka varsinaisten tutkimuskysymysten luonne muodostuikin jo ennen tutkimuksen varsinaista toteutusta, tuloksissa esitetyt vastausluokat muodostuivat aineistolähtöisen sisällönanalyysin periaatteen mukaisesti vasta sovelluksiin tutustumisen myötä. Ensimmäiseksi huomioidaan valittujen sovellusten toimintaperiaatteita. Ainestoa

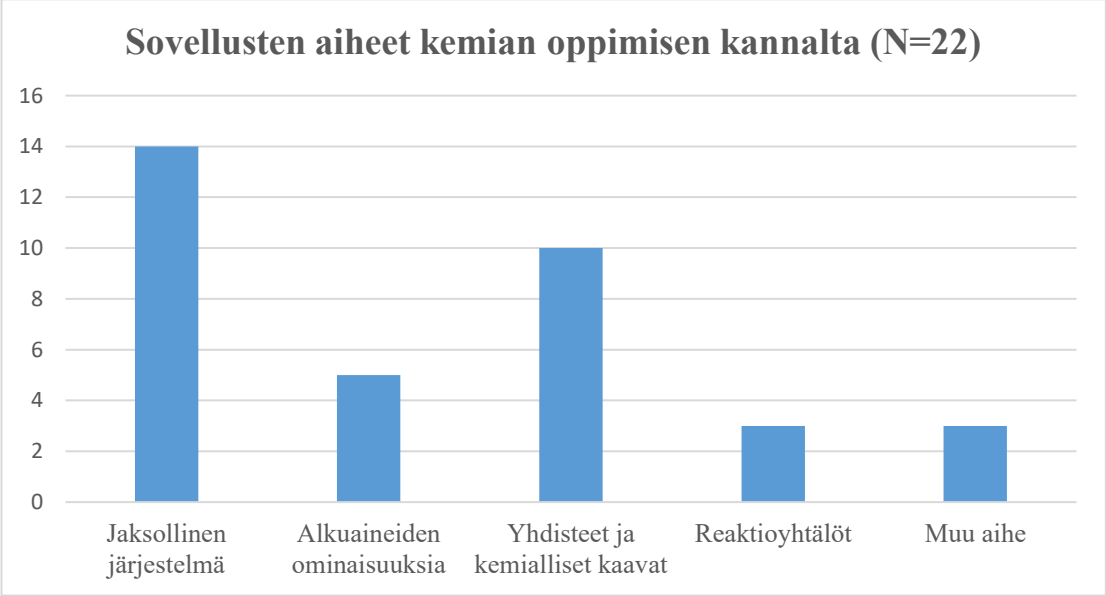
analysoitaessa havaittiin, että näytejoukon sovellusten monimuotoisuus tehtävätyypin mukaan on melko vähäistä. Kuvaajassa 3 esitetään, kuinka tutkituista 22 sovelluksesta puolet ovat joko puhtaasti monivalintatehtäviä, tai vähintäänkin sisältävät monivalintatehtävään perustuvia osioita. Tämä tulos vastaa osin jo vuonna 2015 julkaistun artikkelin *The use of serious games in science education: a review of selected empirical research from 2002 to 2013* (Cheng ym., 2015) havaintoja silloin julkaistujen oppimispelien rakenteesta. Artikkelin esittämässä tutkimuksessa havaittiin, että suurin osa olemassa olevista oppimispeleistä painottuu kyseisen materiaalin oppimiseen ja kertaamiseen, soveltavampaa työskentely vaativat sovellukset olivat huomattavasti harvinaisempia. Mainittu tutkimus tosin perehtyi pääsääntöisesti tietokoneella pelattaviin oppimispeleihin, minkä seurauksena monet tutkimuksessa käytetyt luokat eivät esiinny tässä tutkimuksessa, joka perehtyi puhtaasti mobiilialustalla pelattaviin peleihin.

Toinen tarkastelun kohteena oleva ominaisuus on sovelluksen aihe (kuvaaja 4). Johtuen aihetta käsittelevien artikkelien vähyydestä ja rajallisuudesta hetkellä, jolloin keräsin olemassa olevaa kirjallista materiaalia tätä tutkimusta varten, minulla ei ole aineistoa, joihin suoraan verrata tässä tutkimuksessa saatuja tuloksia. On kuitenkin selvästi havaittavissa, että suurin osa tutkimuksen sovelluksista perustuu varsin yksinkertaisiin kemian aiheisiin. Tutkimukseen valituiden sovellusten joukossa hyvin yleisiä aiheita ovat alkuaineiden tunnistaminen ja kemiallisten yhdisteiden nimeäminen. Näiden yleisten ominaisuuksien ohella tarkasteltavien sovellusten joukossa oli myös enemmän oppilaan omaa ajattelua vaativia tehtäviä, kuten reaktioyhtälöiden tasapainotusta ja kemiallisten reaktioiden tunnistamista. Soveltavan aktiviteetin kategoriaan on tässä tutkimuksessa sisällytetty myös ne sovellukset, jotka ovat rakenteeltaan ennemminkin simulaatioita kuin pelejä. Joukkoon mahtui myös sovellus, joka toiminnoiltaan muistuttaa hieman oppikirjaa, sisältäen sekä tekstiosioita, että aktiivista tekemistä.

Tarkasteltavien 22 kemian opiskelua tukevien sovellusten joukossa on eri asteisten pelien lisäksi muutama taulukkomuotoinen sovellus. Sovelluksesta riippuen kyseiset taulukot kattavat muun muassa jaksollisen järjestelmän ja tietoa siinä olevista alkuaineita, kemiallisten reaktioiden teoriaa tai tietoa erilaisista yhdisteistä. Nämä taulukoista ja tietokannoista muodostuvat sovellukset, jotka eivät vaadi käyttäjältä aktiivista tekemistä sovelluksen hyödyntämistä varten, näkyvät kuvaajan 3 viimeisenä palkkina.



Kuvaaja 3. Kuvaajassa esitetään tarkasteltujen sovellusten toiminnallista jakaumaa. Sovelluksista puolet muodostuivat ainakin osittain monivalintatehtävistä. Loput sovellukset koostuivat erilaisista soveltavammista tehtävistä ja yhdisteiden nimeämiseen perustuvistaharjoituksista. Sovelluksista monet sisälsivät useamman kuin yhden käyttötavan, ja sovelluksen eri osiot saattoivat vaatia eri toimintaideoita.



Kuvaaja 4. Kuvaajassa esitetään tarkasteltavissa sovelluksissa käytettyjen kemian oppimisen kannalta oleellisten sisältöjen lukumääriä.

Perehtyessä lopulta tarkemmin tarkasteltavien sovellusten sisältöön, voidaan helposti havaita, kuinka tietyt kemian aiheet ovat selvästi muita aiheita yleisempiä

tarkasteltavassa joukossa. Kuvaajassa 4 esitetään eri kemianaiheiden yleisyyttä tarkasteltavien sovellusten joukossa. Sovelluksien yleisin aihe on selvästi jaksollinen järjestelmä, ja oppimisen kohteena tässä joukossa ovat pääsääntöisesti alkuaineiden kemialliset tunnukset. Myös kemiallisten yhdisteiden ja kaavojen osuus tarkasteltavien sovellusten joukossa on huomattava. Näiden aiheiden ohella valituissa sovelluksissa käytetään lukuisia muitakin aiheita, mutta ne esiintyvät pääosin yksittäisissä sovelluksissa ilman yhteistä pohjaa muiden tutkimuksessa käytettyjen sovellusten kanssa. Kuvaajassa on syytä huomioida se, että *Yhdisteet ja kemialliset kaavat* -palkki muodostuu sisällöltään vaihtelevista sovelluksista. Suurin osa näistä sovelluksista perehtyy erimuotoisiin hiilivetyihin, mutta jotkin sovellukset perehtyvät myös epäorgaanisiin yhdisteisiin. Yksi sovellus jopa painottuu aminohappoihin ja niiden ominaisuuksiin.

Kuvaajasta 4 voi nopeasti havaita myös sen, kuinka useissa tutkimuksen sovelluksissa perehdytään vähintäänkin kahteen eri aiheeseen. Yleisimpänä esimerkkinä tästä lienee se, että varsinaisen aiheen oheen on monesti lisätty jotain aihetta sivuavaa aineistoa. Kuvaajassa 4 *Muu aihe* kategoria esittää vain ne sovellukset, joiden varsinainen aihe ei sovi yhteenkään laadituista luokista. Kyseiseen palkkiin ei täten ole lisätty tietoja siitä, kun johonkin määriteltyyn luokkaan sijoitettuun sovellukseen kuuluu myös muita aiheita. Näistä sovelluksista yksi on luonteeltaan tietovisa, joka kysyy käyttäjältään kysymyksiä useista eri kemian aiheista, ilman selkeää rajausta. Toinen sovellus on sisällöltään hyvin laaja ja näyttää vuorostaan kattavan suuren osan kemian perusteista ja orgaanisesta kemiasta. *Muu aihe* -kategorian viimeinen sovellus on luonteeltaan simulaatio, joka mallintaa visuaalisesti erilaisia kemiallisia reaktioita.

3.5. Havaintoja tutkimusaineistosta

Jo tutkimuksen alkuvaiheissa oli mahdollista tehdä useita havaintoja liittyen sähköisten kemian oppimispelien saatavuuteen ja laatuun. Ensimmäiseksi havainnoksi muodostui se, kuinka käytettäessä niinkin yleistä ja laaja-alaista hakusanaa kun tässä tutkimuksessa käytettiin (*kemia pelit*), löydetyistä sovelluksista vain hieman yli puolet liittyy oikeasti tavoitteena olevaan aiheeseen. Samalla käytetty termi ei rajaa sitä, millaista kemian sovellusta haetaan, minkä seurauksena lataustuloksena saadut sovellukset ovat tyypiltään ja aiheeltaan verrattain monimuotoisia. Kuitenkin ladatuista sovelluksista

useat ovat keskenään samankaltaisia ja keskittyvät pääosin kemian alkeisiin, mutta joukosta löytyi myös erikoistuneempia sovelluksia.

Seuraava havainto, joka muodostui jo sovelluksia ladatessa, oli, että tietyn ennalta määritetyn sovelluksen lataaminen sovelluskaupasta on melko haastavaa. Useilla sovelluksilla on keskenään hyvin samankaltaisia, tai jopa täysin samoja nimiä, minkä lisäksi monet sovellukset käyttävät yhteisiä kuvakkeita, mistä seuraa, että henkilön on oltava hyvin tarkka etsiessään jotain tiettyä sovellusta. Välillä ainoa keino varmistaa sovelluksen vastaavuus on tarkistaa kyseisen sovelluksen julkaisupäivä. Lisäksi useat sovellukset muuttivat nimeään latauduttuaan tutkimuksessa käytetylle älypuhelimelle siten, että sovelluskaupassa ollut nimi vaihtoi kieltä suomesta englanniksi. On myös syytä huomioida, että käyttäjän aiempi hakuhistoria sovelluskaupassa vaikuttaa myöhempien hakujen tuloksiin, minkä seurauksena kaksi eri käyttäjää voivat saada hyvinkin erilaisia hakutuloksia käyttäessään samaa hakutermiä.

Analyysin alkuvaiheessa havainnoksi muodostui myös suomenkielisten sovellusten vähyys. Vain noin kolmasosa tutkimuksessa olleista kemian oppimista tukemista sovelluksista oli käytettävissä suomen kielellä, ja lähes kaikki näistä sovelluksista käsittelivät samoja aiheita, alkuaineita ja jaksollista järjestelmää. Ottaen huomioon, että tutkimuksessa tarkasteltujen sovellusten käsittelemät asiat ovat pääosin kemian alkeita/perusteita, voidaan olettaa, että sovelluksista olisi eniten hyötyä kemian opintojen alkuvaiheessa. Se, että oppilaan tulisi oppia uutta asiaa tai harjoitella juuri opittuja asioita, ja tehtävä se vieraalla kielellä, ei ole mielekästä tehokkaan oppimisen kannalta. Vieraan asian käsittely vieraalla kielellä muodostaa tarpeettoman työmäärän oppilaalle, minkä lisäksi uuden sanaston oppiminen samanaikaisesti kahdella kielellä voi johtaa esimerkiksi termien virheelliseen oppimiseen. Muutoin monet sovellukset ovat rakenteeltaan ja asiasisällöltään selkeitä ja oikeaoppisia, joten suomenkieliset sovellukset sopivat hyvin tukemaan opitun asian kertaamista ja englanninkieliset sovellukset auttavat kemian sanaston oppimista toisella kielellä opintojen edetessä. Tästä voi olla monille hyötyä opintojen myöhemmissä vaiheissa, kun suurin osa oppimateriaalista on englannin kielistä.

Viimeiseksi selkeäksi havainnoksi muodostui tarkasteltujen oppimispelien soveltuvuus eri koulutusasteille. Yksikään tarkastelluista sovelluksista ei ole suunniteltu puhtaasti millekään tietylle oppilasryhmälle, ja monet sovelluksista soveltuvatkin osittain monille eri opintojen vaiheessa oleville ryhmille. Lähes kaikki tarkastellut sovellukset soveltuvat lukiolaisille, vain muutamat sovellukset sisältävät niin korkeatasoista

kemiaa, että ne vaativat sovelluksen käyttäjältä enemmän kemian osaamista mielekästä käyttöä varten. Osa sovelluksista vaati jopa niin perusteellista kemian tuntemusta, että useimmat pelin käyttäjät tarvitsisivat oppikirjan avukseen, jotta peli etenisi. Sovelluksista useat soveltuvat ainakin jossain ominaisuudessa yläkoululaisien tueksi kemian opiskeluun. Heillä tosin on enemmän rajoituksia sen suhteen, mitä sovelluksia käyttää ja joissain sovelluksissa on jopa erilaisia osioita, joista osa soveltuu yläkoululaiselle, mutta saman sovellukset toinen osio voi vaatia jo lukiolaisen kemian osaamista (Opetushallitus, 2014; Opetushallitus, 2019). Ottaen huomioon, että kaikissa tarkastelluissa sovelluksissa ei ole mahdollista erottaa yläkoululaiselle sopivia tehtäviä lukiolaiselle sopivista tehtävistä, on sovellus kokonaisuudessaan hankalasti luokiteltavissa.

4. Johtopäätökset & pohdinta

Tällä tutkielmalla oli kaksi varsinaista tutkimuskysymystä; *Mistä kemian aiheista löytyy kemian oppimista tukevia sovelluksia* ja *Millaisia toimintaperiaatteita on kemian oppimista tukevilla sovelluksilla*. Tutkimuksessa käytettyä aineistoa analysoimalla havaittiin, että olemassa olevista kemian oppimista tukemista sovelluksista suurin osa käsittelee kemian alkeita ja perusteita, kuten jaksollista järjestelmää ja alkuaineiden tunnistusta. Näiden aiheiden ohella myös yksinkertaisia kemiallisia yhdisteitä käsittelevät sovellukset olivat melko yleisiä. Vastaavasti korkeamman asteen kemiaa käsitteleviä sovelluksia löytyi vain muutama valitusta sovellusjoukosta, ja näiden sovellusten rakenne ei normaalisti sopinut *pelin* määritelmään.

Tarkastellessa vastaavasti pelien rakenteita, erityyppiset monivalintatehtävät ja -kysymykset olivat yleisimpiä. Näistä ominaisuuksista muodostuukin verrattain pienellä vaivalla yksinkertainen peli lisäämällä sovellukseen esimerkiksi pistesysteemi tai aikaraja. Toinen yleinen ominaisuus tarkasteltavissa sovelluksissa perustui alkuaineiden ja yhdisteiden nimeämiseen, joko monivalintatoiminnolla tai suoraan vastaamalla. Lisäksi erinäiset soveltavaa tekemistä vaativat tehtävät esiintyivät melko monipuolisesti. Tästä esimerkkinä muun muassa reaktioyhtälöiden tasapainotus tai molekyylien muodostaminen.

Etsiessä kirjallista materiaalia tätä tutkimusta varten, oli helposti havaittavissa, että valittu tutkimusaihe on vielä verrattain tuore ja olemassa olevilla tutkimuksilla on havaittava suuntaus, joka ei kata kunnolla tämän tutkimuksen aihetta. Monet varsinkin aikaisemmista tutkimuksista ovat suuntautuneet tarkastelemaan, miten oppilaitokset ja yksilöt suhtautuvat oppimispelien käyttöön osana oppimisprosessia (Wastiau ym., 2009). Toinen voimakas tutkimussuuntaus vastaavasti näyttää olevan, miten oppimispelien käyttö vaikuttaa yksilön oppimiseen (Yu ym., 2021). Tämä tutkimus puolestaan perehtyy suoraan käytössä oleviin oppimispeleihin, ja tästä aiheesta löytyy melko vähän kirjallisuutta. Kirjallisuutta löytyy jonkin verran, mutta tämä kirjallisuus on osittain vanhentunutta, viitaten aikaan, jolloin oppimispelien saatavuus mobiilialustalle oli vielä nykyistä selvästi vähäisempää.

Sähköisillä oppimispeleillä on paljon mahdollisuuksia tulevaisuudessa, oppiaineesta riippumatta. Teknologian kehittymisen ja aiheen osaajien määrän kasvun myötä erilaiset oppimispelit yleistyvät jatkuvasti. Samalla kun oppimispelit yleistyvät, paranee niiden laatu ja ne alkavat kattaa aiempaa laajempia aiheita. Tulevaisuudessa on hyvinkin mahdollista, että useimpiin, jos ei kaikkiin, koulussa käsiteltäviin aiheisiin löytyy ainakin jonkin asteinen oppimista tukeva peli. Se, päättääkö tai osaako opettaja ohjata oppilaita kyseisten pelien käyttöön on toinen asia. Vaikka oppimispelien hyödyntäminen onkin jo pitkän aikaa todistettu toimivaksi, oppimista tukevaksi menetelmäksi, puuttuu monilta opettajilta vielä tietämys tämän oppimismenetelmän kunnollista hyödyntämistä varten (Gros, 2007). Joukossa on kuitenkin myös paljon aiheeseen liittymättömiä sovelluksia, joten ei ole realistista olettaa, että oppilas osaisi/jaksaisi itse etsiä tilanteeseen sopivia sovelluksia tukemaan oppimistaan.

Oppimispelien käytön yksi suurimmista rajoittajista suomessa on mielestäni tällä hetkellä saatavilla olevien sovellusten käyttökieli. Kemian oppimista tukevat sovellukset vaativat käyttäjältään vähintäänkin oppiaineen perussanaston osaamista englanniksi, ja tämä ei ole realistinen oletus aineopintojen alkuvaiheessa. Tämä tutkimus kuitenkin osoittaa, että joistain aiheista on jo löydettävissä sovelluksia suomen kielellä, ja nämä sovellukset voivat helpommin motivoida nuoria opiskelijoita käyttämään enemmän aikaa kemian opintoihinsa.

Yksi selvä etu sähköisillä oppimispeleillä verrattuna perinteiseen oppikirjaan on materiaalin helppo kuljetus oppilaan mukana. Älypuhelimeen tai tablettiin ladattu sovellus on nykynuorilla mukana lähes aina, toisin kuin fyysiset oppikirjat, jotka ovat mukana vain niin vaadittaessa. Tosin, tänä päivänä suurin osa oppikirjoista on muutettu

digikirjoiksi, joten oppimateriaali on lähes aina nuoren mukana joka tapauksessa. Tässä tapauksessa oppimispelien etu on siinä, että ne usein motivoivat nuorta opittavan materiaalin läpikäymiseen ja sisäistämiseen helpommin kuin oppikirjan teksti (Yu ym., 2021; Liu ym., 2020).

Toinen oppimista tukevien sähköisten sovellusten etu, johon tässä tutkimuksessa ei varsinaisesti perehdytty, on se, että sähköinen oppimisympäristö voi mahdollistaa erilaisten tilanteiden ja simulaatioiden turvallisen visuaalisen käsittelyn ilman tarvetta luokkahuonetyöskentelylle (Pietzner, 2014). Muutama tähänkin tutkimukseen osuneista sovelluksista oli luonteeltaan simulaatioita, joilla oppilas voisi halutessaan kokeilla erilaisia kemiallisia reaktioita turvallisesti omalla ajallaan ilman asian mukaista välineistöä ja kemikaaleja. Samalla erilaiset turvallisuusriskit poistuvat, kun vaaralliset ja räjähdysherkät reaktiot toteutetaan sähköisellä alustalla. On kuitenkin myös huomioitava, että kemia on tutkiva luonnontiede, ja kaikkea luokkahuone- ja laboratoriotyöskentelyä ei ole mahdollista tai mielekästä korvata sähköisillä oppimismenetelmillä.

Lähdeluettelo

Cheng, M. T., Chen, J. H., Chu, S. J., & Chen, S. Y. (2015). The use of serious games in science education: a review of selected empirical research from 2002 to 2013. *Journal of computers in education*, *2*, 353-375.

Dabbagh, N., Benson, A. D., Denham, A., Joseph, R., Al-Freih, M., Zgheib, G., ... & Guo, Z. (2016). Game-based learning. *Learning Technologies and Globalization: Pedagogical Frameworks and Applications*, 31-35.

Ganyaupfu, E. M. (2013). Teaching methods and students' academic performance. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, *2*(9), 29-35.

Gros, B. (2007). Digital games in education: The design of games-based learning environments. Journal of research on technology in education, 40(1), 23-38.

Haukijärvi, N., Kangas, A., Knuutila, H., Leino-Richert, E., & Teirasvuo, N. (2014). Tavoitteena aktiivinen ja työelämälähtöinen oppiminen. *Käytännön opetusmenetelmiä opiskelija-ja työelämälähtöiseen opetukseen ja koulutukseen. Turun ammattikorkeakoulun oppimateriaaleja*, *91*.

Liu, Z. Y., Shaikh, Z., & Gazizova, F. (2020). Using the concept of game-based learning in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, *15*(14), 53-64.

Opetushallitus (2019). Lukion opetussuunnitelman perusteet, 258-266.

Opetushallitus (2014). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet, 393-398.

Pietzner, V. (2014). Computer-based learning in chemistry classes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *10*(4), 297-311.

Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational psychologist*, *50*(4), 258-283.

Sarajärvi, A., & Tuomi, J. (2017). Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi: Uudistettu laitos. Tammi.

Stenros, J. (2017). The game definition game: A review. *Games and culture*, *12*(6), 499-520.

Wastiau, P., Kearney, C., & Van den Berghe, W. (2009). *How are digital games used in schools? Complete results of the study*. Brussels, European Schoolnet

Yu, Z. (2019). A meta-analysis of use of serious games in education over a decade. *International Journal of Computer Games Technology*, *2019* Article ID 4797032.

Yu, Z., Gao, M., & Wang, L. (2021). The effect of educational games on learning outcomes, student motivation, engagement and satisfaction. *Journal of Educational Computing Research*, *59*(3), 522-546.