



Probleemstelling

Hoe wordt het vak natuurwetenschappen best gegeven? Is het voor het bevorderen van de wetenschappelijke geletterdheid van lln. beter dat de verschillende disciplines biologie, chemie en fysica duidelijk zichtbaar zijn in het curriculum? Of moet wetenschappen aangeboden worden als een homogeen geheel waar de aparte vakken niet meer zichtbaar zijn? Kiezen we beter leerboeken met meer of eerder met minder integratie? En wat verstaan we precies onder integratie?

Of en in welke mate integratie best gebeurt, is het onderwerp van een pittig debat wereldwijd. Om als Vlaamse leerkracht verantwoord deel te kunnen nemen aan deze discussie, is het van belang om de verschillende argumenten te leren kennen en te weten welke onderzoeksresultaten al bestaan over geïntegreerd wetenschapsonderwijs.

In de leerplannen voor de verschillende studierichtingen in Vlaanderen wordt er onderscheid gemaakt tussen

- “wetenschappen voor de burger van morgen” of “wetenschappelijke geletterdheid”
- “de wetenschappen voor de wetenschapper van morgen”.

In Vlaanderen werd het geïntegreerde vak natuurwetenschappen ingevoerd in richtingen met een leerlijn van wetenschappelijke geletterdheid en staan de vakken apart in richtingen met een leerlijn wetenschappen voor de wetenschapper en technicus.

Met **wetenschappelijke geletterdheid** wordt de vaardigheid bedoeld van iemand om wetenschappelijke kennis te gebruiken in het leven bv. om wetenschappelijk vragen te kunnen identificeren, om op evidentie gebaseerde conclusies te kunnen trekken, kortom om de natuur te begrijpen voldoende om als burger in de maatschappij van morgen te kunnen functioneren.

De **voorstanders** van geïntegreerde en thematische curricula baseren hun keuze op het feit dat onze alledaagse ervaring niet per vak georganiseerd is. Ze geloven dat de leerlingen als ze een geïntegreerd of thematisch curriculum gevolgd hebben, op het einde een grotere wetenschappelijke geletterdheid zullen bereiken.

Tegenstanders, benadrukken dat er feitelijk geen wetenschappelijk experimenteel bewijs bestaat van de effectiviteit van geïntegreerde of thematische curricula. Het weinige onderzoek dat wel bestaat geeft volgens de auteurs zelfs indicatie dat de leerlingen die dit soort wetenschapscurriculum gevolgd hebben, minder conceptueel inzicht ontwikkelen. Tegenstanders van integratie beweren ook dat de disciplines apart net de perfecte manier zijn om de natuur te leren begrijpen.

Het doel van deze review is na te gaan of er inderdaad wetenschappelijke evidentie bestaat voor integratie. M.a.w. we zoeken wetenschappelijke evidentie om de volgende vraag te kunnen beantwoorden:

Heeft de organisatie van het wetenschapsonderwijs in de middelbare school, met meer of minder integratie van de drie disciplines biologie, chemie en fysica, een invloed op de

Men zou verwachten dat zo'n belangrijke keuze als de organisatie van de wetenschappelijke disciplines met meer of minder integratie genomen zou kunnen worden op basis van onderzoeksresultaten en niet op basis van overtuigingen of meningen. Deze review gaat daarom op zoek naar wetenschappelijke evidentie.

Conceptuele verheldering

ONDER DE MICROSCOOP



Merk je ook dat in deze discussie men het vage begrip ‘integratie’ gebruikt dat vele ladingen kan dekken? Als men de discussie over het vak natuurwetenschappen wil begrijpen, is het van belang om te weten welke verschillende vormen van integratie er zijn. Men kan de 3 vakken fysica, chemie en biologie natuurlijk apart aanbieden, dat is duidelijk. Kiest men voor integratie, dan kan men 3 categorieën van integratie onderscheiden:

1. *geïntegreerd* wetenschapsonderwijs
2. *interdisciplinair* wetenschapsonderwijs
3. *thematisch* wetenschapsonderwijs

We kunnen de termen geïntegreerd, interdisciplinair en thematisch duidelijk definiëren als volgt:

- **Geïntegreerd:** De inhoud wordt georganiseerd rond alledaagse, echte-wereld problemen en de verschillende vakken (biologie, chemie en fysica in ons geval) zijn niet meer zichtbaar. Een goede keukenanalogie is tomatensoep, waar de verschillende ingrediënten niet meer zichtbaar zijn.



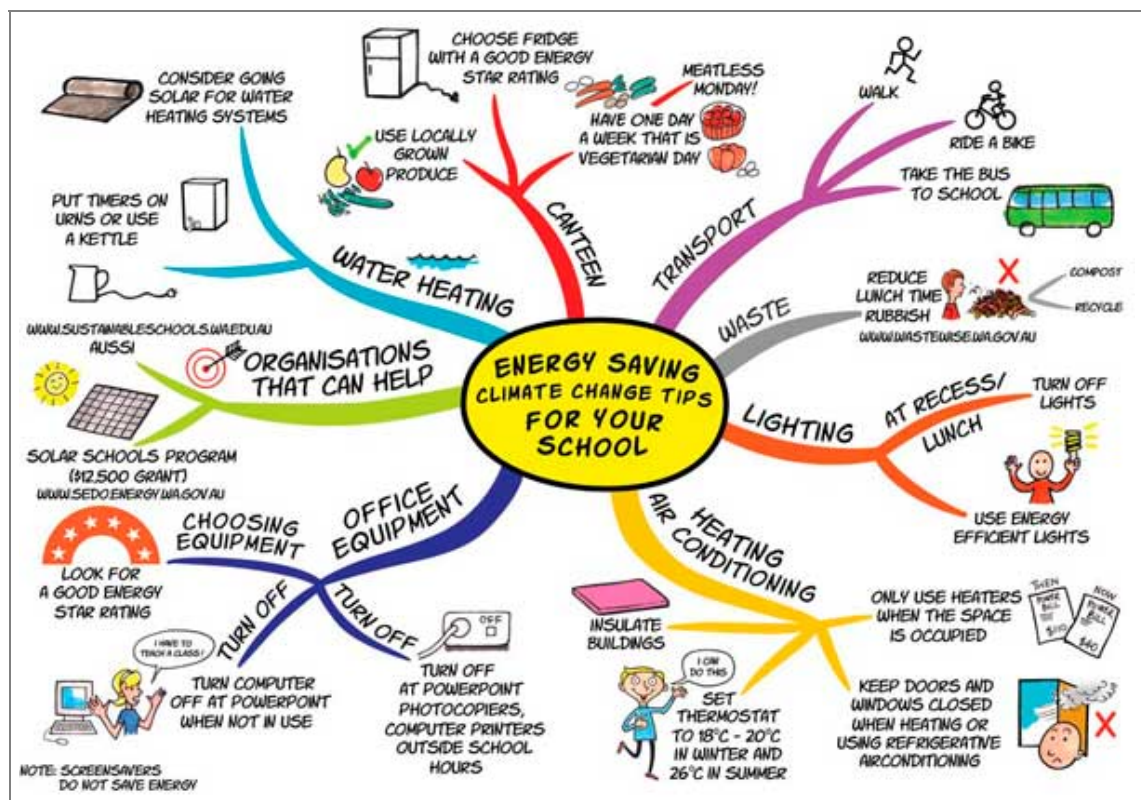
Figuur 1: Tomatensoep.

- **Interdisciplinair:** In plaats van te integreren om de verschillen niet meer zichtbaar te maken, blijven de verschillen tussen de disciplines bestaan. Een goede keukenanalogie is noedelsoep met kip, waar de verschillende ingrediënten wel zichtbaar zijn. Via hun “interactie” versterken ze elkaar en het gerecht heeft ook een identiteit als geheel. De interdisciplinaire aanpak veronderstelt een basis in de disciplines en versterkt het inzicht van de leerling in de disciplines zelf als ze worden aangewend om een gegeven thema of topic te onderzoeken.



Figuur 2: Noedelsoep met kip.

- **Thematisch:** De inhoud wordt georganiseerd rond brede en maatschappelijk relevante thema's. Deze aanpak is wat breder in vergelijking met het geïntegreerd curriculum, omdat de thema's meestal een breder perspectief geven dan een selectie van specifieke problemen uit het dagelijkse leven, maar de verschillende disciplines zijn ook minder of niet meer zichtbaar, zoals in het geïntegreerde curriculum.



Figuur 3: Energiegebruik en verbruik is een typisch thema gebruikt in thematisch wetenschapsonderwijs.

In de verschillende leerboeken en methodes die nu in Vlaanderen gebruikt worden voor het vak natuurwetenschappen, kunnen we ook deze drie categorieën terugvinden.

Bronnen



We hebben een systematische speurtocht opgezet naar empirisch onderzoek over de leereffecten inzake wetenschappelijke geletterdheid van geïntegreerd wetenschapsonderwijs:

1. We kozen onze onderzoeksvraag zonder te weten hoeveel studies er over dat onderwerp bestonden.
2. We zochten op een systematische en transparante manier op sleutel- en uitsluitingstermen.
3. Daarbuiten werden extra artikels opgenomen zover die relevant geciteerd werden

Onze review toont dat empirisch onderzoek over de problematiek van integratie van fysica, chemie en biologie haast niet bestaat. In de afgelopen halve eeuw konden slechts twee studies geïdentificeerd worden die empirische evidentie hebben verzameld inzake het bevorderen van wetenschappelijke geletterdheid door integratie van fysica, biologie en chemie.

LITERATUURLIJST VAN DE OPGENOMEN STUDIES

Er zijn een groter aantal Amerikaanse studies die handelen over de integratie van wetenschappen met wiskunde en technologie. Deze kunnen ons echter niet helpen bij het beantwoorden van onze onderzoeksvraag. Het aantal gevonden artikels is een relevant gegeven precies door de gevolgde systematische zoekstrategie. Naast ons eigen resultaat hebben verschillende bronnen het ontbreken van goede empirische studies bevestigd over de integratie van fysica, biologie en chemie.

Onze review identificeert twee grote studies gebaseerd op twee grote PISA-bevragingen. In de eerste studie gebaseerd op PISA 2003, waren 1867 leerlingen betrokken. In een tweede studie gebaseerd op PISA 2006 waren 4140 leerlingen betrokken.

De PISA bevragingen peilen immers precies naar de wetenschappelijke geletterdheid. De twee studies uit Zweden konden bepalen welke scholen een geïntegreerd, gemengd of traditioneel curriculum hebben voor wetenschappen en konden deze informatie linken aan de resultaten van de betrokken leerlingen in de PISA-tests. Daarnaast waren er een handvol kleine studies voorhanden.

EVIDENCE-BASED STUDIES OVER INTEGRATIE VAN FYSICA, BIOLOGIE EN CHEMIE

Åström, M. (2008). *Defining integrated science education and putting it to test*. PhD Thesis, Linköping University, Sweden, Faculty of Educational Sciences.

Åström, M. (2007). *Integrated and subject specific. An empirical exploration in Swedish compulsory*

schools. Licentiate of Philosophy Thesis, Linköping University, Sweden, Faculty of Educational Sciences.

Åström, M. K.-G. Using hierarchical linear models to test differences in Swedish results from OECD's PISA 2003: Integrated and subject-specific science education. *Nordina*, 3 (2), 121-131.

Joñane, L. (2008). The didactical aspects of integrated natural science content model for secondary school education. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 9, 45-47.

Makashvili, M. e. (2009). Makashvili, M. e. (2009). On the Advantage of Integrated Science Education in the Middle School Years. . online submission ERIC. Retrieved from ERIC:
http://www.eric.ed.gov:80/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_o=ED506711&ERICExtSearch_SearchType_o=no&accno=ED506711

RELEVANTE LITERATUUR IN VERBAND MET DISCUSSIE INTEGRATIE EN INTERDISCIPLINARITEIT

Andersson S., B.-N. S. (2010). Interdisciplinary education in comprehensive school: can a deep understanding occur? *US-China Education Review*, 7 (9).

Bennett, N. (1976). *Teaching styles and Pupil Progress* (Third ed.). (L. O. Books, Ed.)

Eurydice. (2011). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. European Commission.

Fogarty, R. (1991). *Ten ways to integrate curriculum*. *Educational leadership: journal of the association for supervision and curriculum development* (41), 61-65.

Lamanauskas V., V. M. (2008). *European dimension in integrated science education*.

Lederman, N. a. (1997, februari). Integrated, interdisciplinary, or thematic Instruction? Is this a question or is it questionable semantics? *School Science and Mathematics*.

Lederman, N. a. (1997, november). Less is more? More or less. *School Science and Mathematics*.

Lipson, M. V. (1993). Integration and Thematic Teaching: Integration to Improve Teaching and Learning. *Language Arts*, 70/4, p. 252-264.

OECD. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD.

OECD. (2003). *Scientific Literacy*. From The PISA 2003 assessment framework - Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills: <http://www.oecd.org/dataoecd/38/29/33707226.pdf>

OECD. (2009). *Take the test. Sample questions from the PISA assessments*. From PISA website: www.pisa.oecd.org

Sjoberg, S. &. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6, 1-16.

UNESCO. (1973). *New trends in integrated science teaching* (Vol. II).

UNESCO. (1974). *New trends in integrated science teaching* (Vol. III).

UNESCO. (1977). *New trends in integrated science teaching* (Vol. IV).

UNESCO. (1979). *New trends in integrated science teaching* (Vol. V).

UNESCO. (1990). *New trends in integrated science teaching* (Vol. VI).

LITERATUUR IN VERBAND MET INTEGRATIE VAN WETENSCHAPPEN MET WISKUNDE, MET TECHNOLOGIE, MET...

Bennett, J. L. (2006). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*.

Czerniak C.M., W. W. (1999). A Literature Review of Science and Mathematics Integration. *School Science and Mathematics*.

Czerniak, C. (2007). Interdisciplinary science teaching. In N. G. S.K. Abell, *Handbook of research on science education* (pp. 537-560).

Hurley, M. M. (2001). Reviewing Integrated Science and Mathematics: *The Search for Evidence and Definitions From New Perspectives*. *School Science and Mathematics, Volume 101, Issue 5*, 259–268.

Layton, D. (n.d.). *UNESCO and the teaching of science and technology*. From UNESCO website: <http://www.unesco.org/education/nfsunesco/pdf/LAYTON.PDF>

Mackinnu. (1991). *Comparison of learning outcomes between classes taught with a Science-Technology-and-Society (STS) approach and a textbook oriented approach*. PhD Thesis, University of Iowa, Ann Arbor, MI.



Wetenschappelijke conclusie

Op grond van de uitgevoerde systematische review zijn in de afgelopen halve eeuw, maar 2 grote kwantitatieve studies relevant bevonden voor de onderzoeksvraag. Het blijkt dus dat er weinig evidence-based studies uitgevoerd zijn. Uit de weinige studies voorhanden, is bovendien niet aangetoond dat geïntegreerde wetenschapscurricula betere leerlingenprestaties leveren voor wetenschappelijke geletterdheid.

Bovendien blijkt uit de review dat er in de literatuur geen conceptuele helderheid bestaat over wat men precies verstaat onder integratie. Met name interdisciplinariteit en integratie zijn geen synoniemen.

In de eerste studie gebaseerd op PISA 2003, waren 1867 leerlingen betrokken. Het bleek dat de prestaties van Zweedse leerlingen met geïntegreerd, gemengd of traditioneel curriculum niet verschilden voor hun wetenschappelijke geletterdheid.

Omdat dit resultaat verrassend was voor de auteurs, twijfelden ze of er geen andere factoren het resultaat vertroebelden. Er werd daarom nog een statistische analyse uitgevoerd om uit te maken of gender, het land van oorsprong (Zweden/ander land) en de thuistaal (Zweeds/andere taal) geen invloed hebben gehad op de resultaten van de studie. Dit bleek niet het geval. De conclusie dat er geen effect van integratie kon aangetoond worden, bleef overeind.

In een tweede studie gebaseerd op PISA 2006 waren 4140 leerlingen betrokken. De studie toont aan dat de prestaties van de leerlingen licht verschillen tussen geïntegreerd en traditioneel curriculum en ook tussen geïntegreerd en gemengd curriculum. Deze verschillen verdwijnen echter als men alleen naar de groep van de jongens kijkt, terwijl de verschillen significant blijven in de groep van de meisjes. Het al dan niet bestaan van de verschillen is dus gender-afhankelijk. Bovendien kunnen de auteurs van de studie niet geheel uitsluiten dat een deel van het gemeten verschil te wijten is aan verschillen in de sociale achtergrond en de thuistaal van de betrokken leerlingen.

Omdat de resultaten van de twee studies niet overeenkomen en bovendien zijn de verschillen gemeten in de tweede studie alleen geprononceerd voor de meisjes, is het niet mogelijk om te concluderen dat er bewijs is dat geïntegreerde wetenschapscurricula betere leerlingenprestaties leveren voor wetenschappelijke geletterdheid.

De twee grote studies geven een goed beeld van hoe moeilijk het is om conclusies te trekken uit statistische analyse van bevragingen. In het onderwijs komen er zo veel variabelen aan bod die een effect kunnen hebben op de leerresultaten, dat men de invloed van al deze variabelen moet kunnen uitsluiten voor men een conclusie trekt voor de te onderzoeken variabele.



Praktijkgerichte conclusie

Het belangrijkste doel van geïntegreerd wetenschapsonderwijs is het verhogen van de wetenschappelijke geletterdheid van de jeugd. Maar voorliggende review die een overzicht van een halve eeuw research geeft, toont aan dat daarvoor geen evidentie bestaat.

Bijgevolg kan men concluderen dat het debat over integratie van de wetenschappen in de middelbare school voorlopig van zuivere ideologische en filosofische aard is en niet of onvoldoende gebaseerd is op empirische onderzoeksresultaten.

Bovendien blijkt dat er in de literatuur geen eensgezindheid bestaat over wat men precies verstaat onder integratie. Men kan zich afvragen of eenzelfde verwarring over wat integratie precies is, ook in onze handboeken en in onze leerplannen terug te vinden is. De vraag stelt zich dan ook of het debat over integratie niet eerder in termen van interdisciplinariteit moet gesteld worden.

In Vlaanderen is naargelang de studierichting een keuze gemaakt voor het vak natuurwetenschappen als geïntegreerd vak of voor de drie disciplines biologie, fysica en chemie apart.

Binnen deze structuur en in het kader van de Vlaamse leerplannen, blijft er vrijheid voor de leerkracht over om te kiezen voor een bepaalde gradatie van integratie. Deze review van een halve eeuw literatuur, toont aan dat er geen evidentie is dat integratie de wetenschappelijke geletterdheid bevordert. In het licht daarvan is het aan de leerkracht om binnen zijn pedagogische vrijheid en in de klaspraktijk hiermee bewust en kritisch om te gaan. Bovendien blijkt uit de review dat men in de literatuur niet eenduidig kan omschrijven wat integratie precies is.

In deze review hebben we ook getoond dat integratie en interdisciplinariteit geen synoniemen zijn van elkaar. Na een halve eeuw kan men de effectiviteit van integratie niet aantonen en onze suggestie is om nu eerder interdisciplinariteit dan wel integratie te introduceren in natuurwetenschappen. Interdisciplinariteit kan immers – zo blijkt uit de review- wel duidelijk omschreven worden. In een interdisciplinaire aanpak – zoals de review duidelijk maakt- blijven de disciplines overeind en worden de inzichten van de fysica, de chemie en de biologie gecombineerd precies om de verschijnselen in de natuur als geheel te begrijpen.

De laatste decennia is interdisciplinariteit bovendien de praktijk geworden zowel in de universitaire als in de industriële onderzoekslabo's. De vraag, die al in de jaren '60 ter tafel kwam, naar meer aansluiting van de wetenschap op school bij de moderne wetenschap, blijft nog steeds onbeantwoord. Interdisciplinariteit kan mogelijks daarbij ook helpen en kan deze moderne interdisciplinaire research-context in de klas brengen. Meer aandacht voor interdisciplinariteit in de toegepaste vakdidactiek van wetenschappen, kan leerlingen de weg kan tonen naar toekomstgerichte ontwikkelingen in bv. de nanowetenschappen zoals de opto-electronica, de bio-informatica of de kwantum computing.

Praktijk-wijzer & oefeningen



1. CLASSIFICEER DE AANPAK IN DE HANDBOEKEN NATUURWETENSCHAPPEN

Probeer de methode van de verschillende leerboeken natuurwetenschappen in Vlaanderen te classificeren volgens het schema van Lederman en Niess:

1. geïntegreerd wetenschapsonderwijs
2. interdisciplinair wetenschapsonderwijs
3. thematisch wetenschapsonderwijs

Probeer te zien of de auteurs een geïntegreerde, interdisciplinaire of thematische aanpak gevolgd hebben. Mogelijks verschilt de aanpak naargelang het hoofdstuk. Volgende vragen kunnen daarbij richtinggevend zijn:

1. Worden de disciplines biologie, fysica en chemie expliciet vermeld?
2. Is de inhoud georganiseerd rond de disciplines zelf, rond alledaagse problemen of rond brede en maatschappelijke relevante thema's?
3. Worden de fysica en de chemie alleen gebruikt als steun voor een biologische leerlijn of komen ze tot hun eigen recht om fundamentele inzichten te verwerven?
4. In het geval dat de disciplines niet expliciet vermeld worden, zie je toch een scheiding tussen de biologische, fysische en chemische inhoud in het boek?

Zou je je keuze voor de leerboeken natuurwetenschappen in je klas/school, laten beïnvloeden door de invalshoek en de gradaties van integratie? Voor welke keuze zou je gaan en waarom?

2. SCENARIO'S VOOR GEÏNTEGREERD, INTERDISCIPLINAIR EN THEMATISCH ONDERWIJS

Zoek tenminste 2 mogelijke onderwerpen die geschikt kunnen zijn voor: een geïntegreerde, interdisciplinaire of thematische aanpak van de wetenschappen.

1. Beschrijf duidelijk elk van de 2 onderwerpen.
2. Staan de onderwerpen die je voorstelt al in de leerplannen natuurwetenschappen? Indien niet, denk je dat het onderwerp toch geschikt zou kunnen zijn (bv. in het kader van een project, eindwerk of in vrije uren)?
3. Werk voor elk onderwerp 3 scenario's uit nl. één voor een geïntegreerde, één voor een interdisciplinaire en één voor een thematische aanpak.
4. Welk scenario is volgens jou het best en waarom?

3. CLASSIFICEER DE AANPAK VAN E-LEARNING MATERIALEN

Bekijk websites en portalen die kwaliteitsvol e-learning leermateriaal aanbieden voor wetenschappen.

Probeer volgens de classificatie van Lederman en Niess te karakteriseren (a) hoe het materiaal georganiseerd wordt (b) hoe het materiaal zelf inhoudelijk is opgebouwd. Zoals bekend bestaat de classificatie van Lederman en Niess uit 3 categorieën:

1. geïntegreerd wetenschapsonderwijs
2. interdisciplinair wetenschapsonderwijs
3. thematisch wetenschapsonderwijs

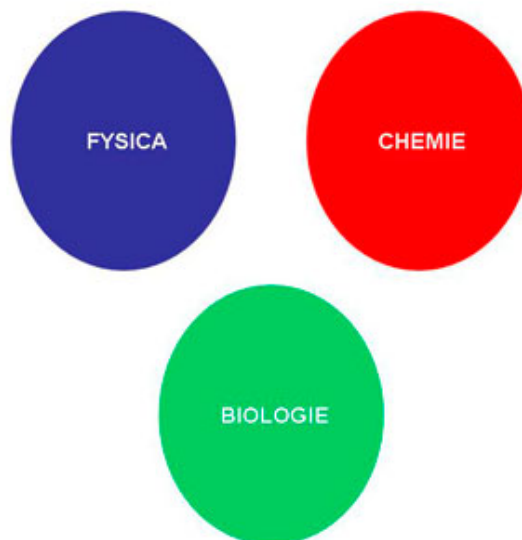
Kies tenminste 2 websites die hoog kwalitatief e-learning materiaal aanbieden voor wetenschappen. Goede voorbeelden zijn bv.

- het project PhET: <http://phet.colorado.edu/>
- het Concord consortium: <http://www.concord.org/>

4. MODELLEN VAN INTEGRATIE

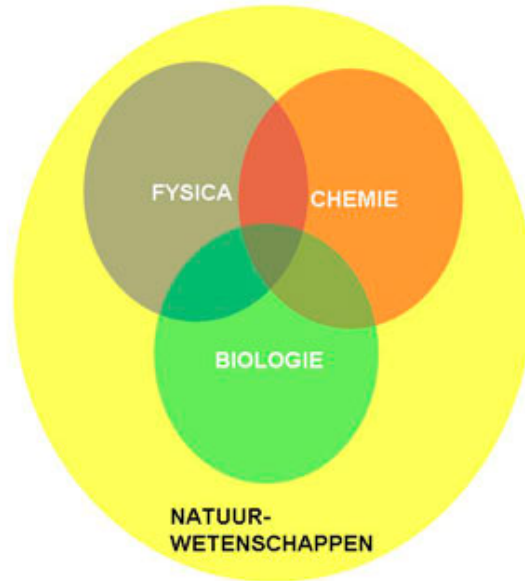
Hieronder vind je een aantal mogelijke modellen van integratie van de disciplines in natuurwetenschappen (*bron: project Vakdidactiek Natuurwetenschappen School of Education*).

MODEL 1: GEEN INTEGRATIE



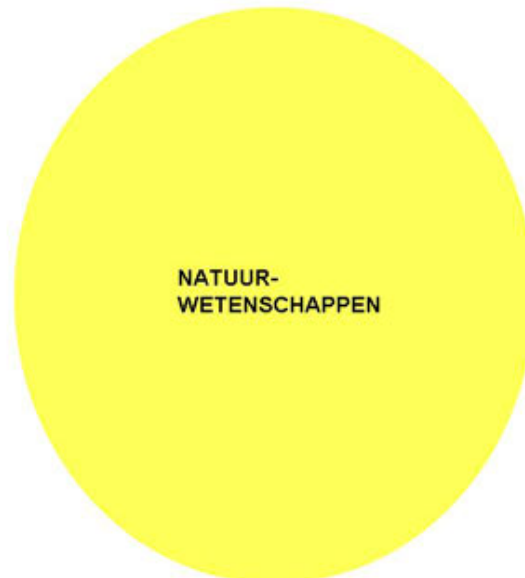
Natuurwetenschappen = Biologie, Chemie en Fysica afzonderlijk (waarbij 1 van de wetenschappen al dan niet dominant kan zijn).

MODEL 2: INTERDISCIPLINAIRE AANPAK



De eigenheid van de afzonderlijke disciplines (Biologie, Chemie, Fysica) blijven. De verbanden tussen de verschillende disciplines worden gelegd zodat het vak een karakter krijgt dat verschilt van de afzonderlijke vakken Fysica, Chemie en Biologie. Denk aan een noedelsoep waarin de kip en de noedels duidelijk zichtbaar zijn. De soep op zijn geheel heeft een unieke smaak die niet te vergelijken is met de smaak van kip of noedels apart.

MODEL 3: GEÏNTEGREERDE AANPAK



In de lessen Natuurwetenschappen is de eigenheid van de verschillende disciplines (Fysica, Chemie, Biologie) niet zichtbaar. Denk aan een gemixte tomatensoep waar de verschillende ingrediënten niet meer zichtbaar zijn.

Tracht volgende vragen te beantwoorden:

1. Welk model van integratie wordt volgens jou nu vooral toegepast in de wetenschappelijke vorming van de **eerste** graad?

Draagt dit je voorkeur weg of niet? Leg uit.

2. Welk model van integratie wordt volgens jou nu vooral toegepast in de wetenschappelijke vorming van de **tweede** graad in de richtingen waar het vak Natuurwetenschappen wordt ingericht?

Draagt dit je voorkeur weg of niet? Leg uit.