

TEACHER-RESEARCHER JOINT-VENTURES INITIATE CONCEPTUAL CHANGE IN STEM EDUCATION



**Jan Sermeus, Jelle De Schrijver, Annelies Pil,
Bram Robberecht, Wim Temmerman, Christel Balck**

Odisee University College, Belgium

Tsepo Mokuku

National University of Lesotho, Lesotho

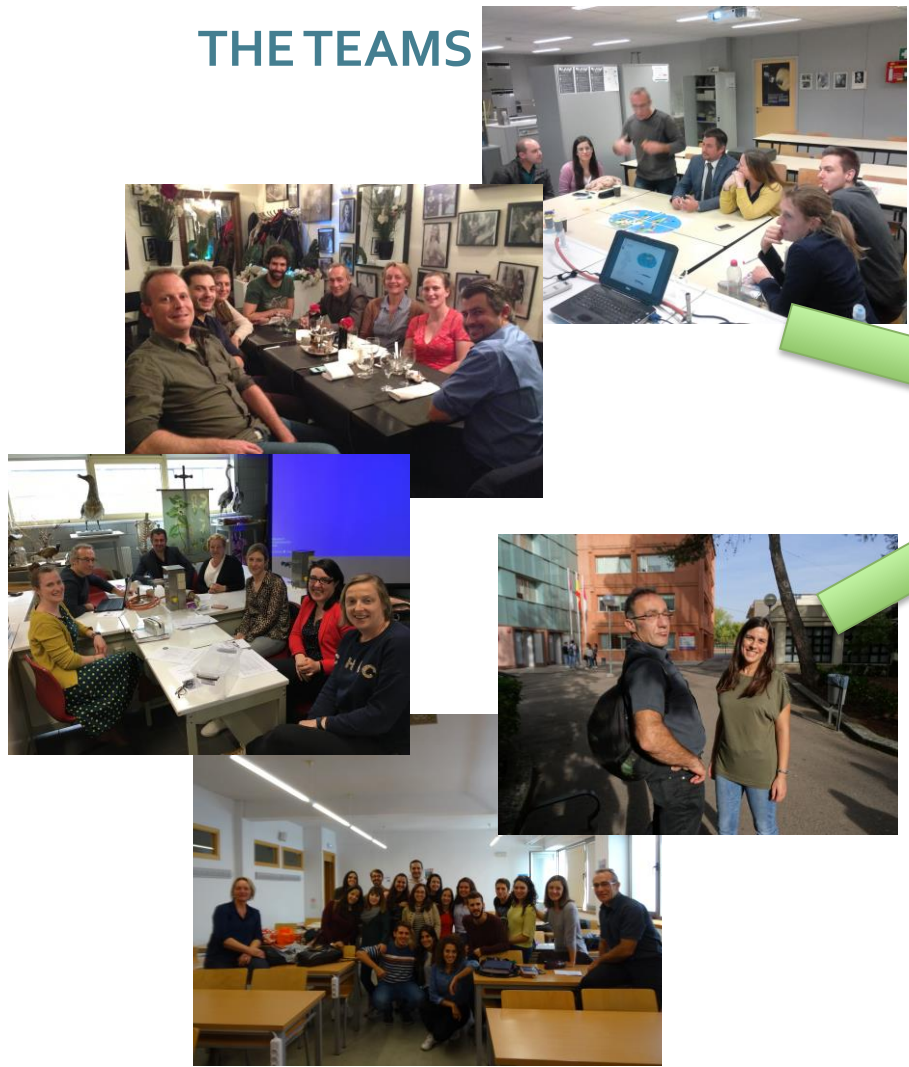
Beatriz García Fernández

University of Castilla-La Mancha, Spain



THE TEAMS

ግብጾ



RESEARCH CONTEXT

Flanders

Energy: 30% of pupils reaches minimum goals

Other natural sciences topics: 50% reaches minimum goals

R. Janssen, E. Ameel, D. Van Nijlen (2016)

Lesotho

Many studies on teaching and learning of energy have reported that students have serious misunderstandings about the nature of energy

Kurnaz & Arslan, 2010; Takaog'lu (2018)

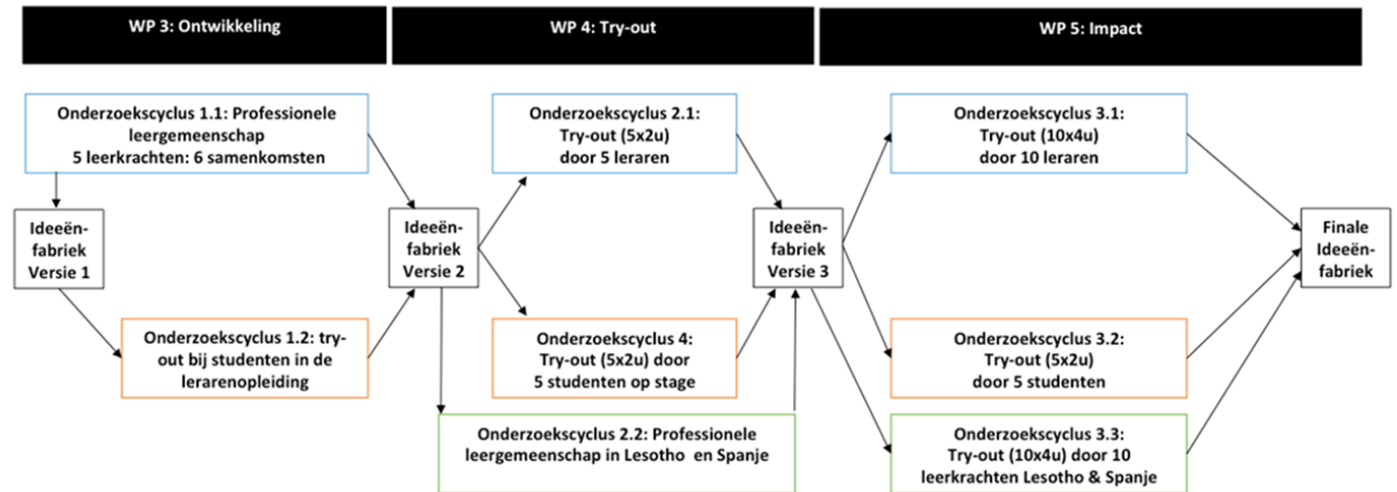
Examiners' report in Lesotho show that students' performance in the concept of energy is not good. Students perform poorly in the questions related to energy conversions and calculations

Physical Science 0181/02 and 0181/03 examiners' report (2017)

GUIDING PRINCIPLES

EDUCATIONAL DESIGN RESEARCH*

- a series of consecutive cycles
- increasingly workable and effective interventions tuned to practice
- improved articulation of principles
- input from researchers and teachers



* Van den Akker et al (2006), Plomp and Nieveen (2007)

THEORETICAL FRAME

Preconceptions inhibit the learning of the scientific concepts taught in the science class

Davis, 1997

Rather than replacing the preconception by the scientific concept, a science class should introduce the scientific conceptual framework as an alternative framework that can also reside in the students' mind.

Mortimer, E. F., & El-Hani, C. N. (Eds.). (2014). *Conceptual profiles: A theory of teaching and learning scientific concepts* (Vol. 42). Springer Science & Business Media.

Children learn more effectively and intellectual achievements are higher when they are actively engaged in pedagogic activity, through discussion, dialogue and argumentation.

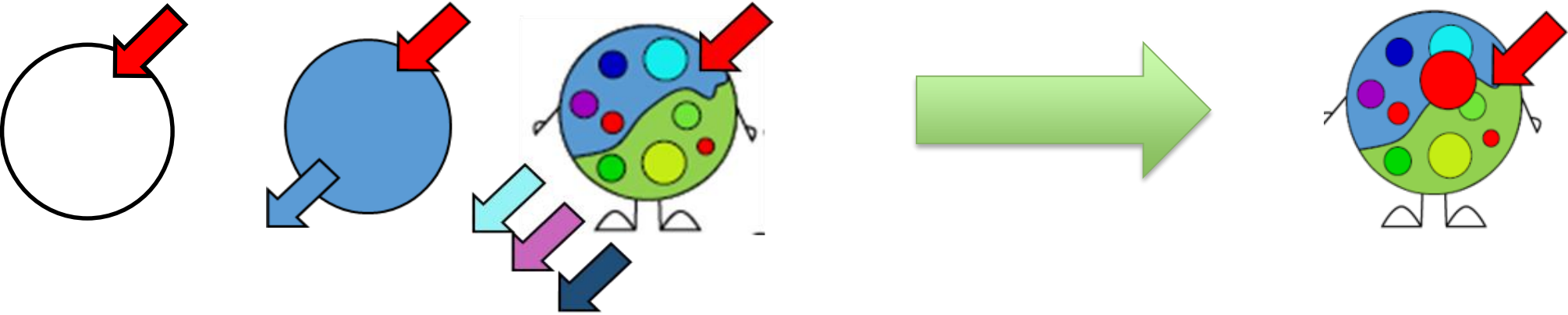
Wolfe, S., Alexander, R.J. (2008) *Argumentation and dialogic teaching: alternative pedagogies for a changing world*

Quote van expert toevoegen

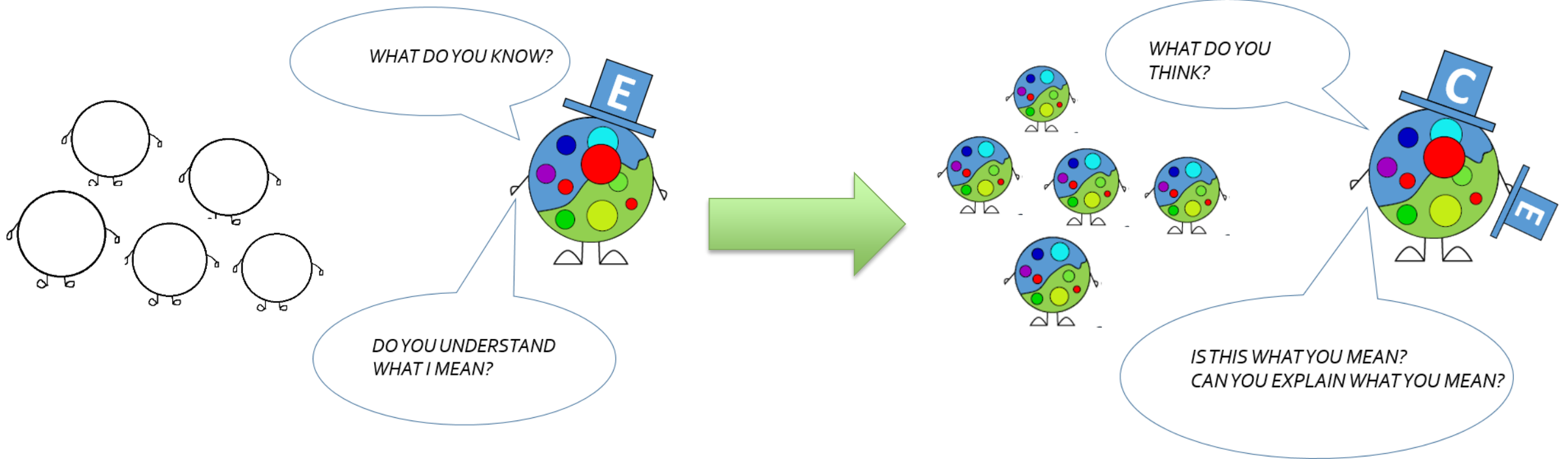
Transitions between dialogic and authoritative discourse to support the learning of scientific knowledge by the student.

Mortimer, E.F. (2003) *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press

THEORETICAL FRAME



THEORETICAL FRAME



ACTIVE CONSTRUCTIVISM IN DEVELOPING THE DIDACTICAL DESIGN



**Teachers recognize the problem,
are positive about didactical approach,
take ownership and give input.**

Teachers are initially worried about
Unpredictability of the lesson → same preconceptions
Timing → equal time needed
Experiments of pupils → natural, ideas pop up
Management → ownership, engagement
Socratic stance → template (what to do, say, expect)

ACTIVE CONSTRUCTIVISM IN DEVELOPING THE DIDACTICAL DESIGN



2. Identificeren

"waarover zijn we het niet met elkaar eens ..."

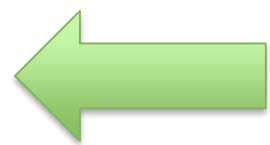
Begrippen/afbeeldingen classificeren

WAT HEEFT ENERGIE? WAT HEEFT GEEN ENERGIE?

↓



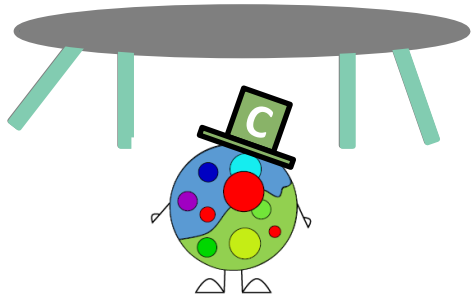
| 2. IDENTIFICEREN | |
|---|--|
| <p>WAT ZAL JE DOEN</p> <p>Je gaat dieper in op het preconcept dat enkel wat leeft en enkel wat beweegt energie heeft. Projecteer of toon op een foto de volgende voorwerpen/ dieren. Je schrijft twee kolommen op het bord. Je schrijft wat leerlingen je zeggen op. Je maakt mogelijk een nieuwe kolom. Je schrijft mogelijk nog een nieuw idee van de leerlingen op. Misschien zijn er objecten waar er discussie over is. Dat geef je ook in het schema aan.</p> | <p>WAT ZAL JE ZEGGEN</p> <p><i>Ik projecteer/ toon jullie een aantal voorwerpen/ dieren (onderlijnd): een spurtende <u>luipaard</u>, rennende <u>antilopen</u>, een slapende <u>panda</u>, <u>water</u> in een flesje, een <u>doosje</u> papieren zakdoeken, een <u>ring</u>, een <u>vuur</u>, een stilstaande <u>speelgoedauto</u>, een <u>magneet</u>, een hoopje <u>kaliumpermanganaat</u>, een <u>elastiekje</u>, een rijdende <u>auto</u>, <u>glycerol</u> in een flesje, <u>water</u> in een waterval.</i></p> <p><i>Vertel me eens welke voorwerpen/ dieren in kolom 1 thuishoren volgens jullie? Welke in kolom 2? Zijn er voorwerpen en dieren die je nergens kwijt kan? Of waar je over twijfelt?</i></p> |
| <p>WAT KAN JE VERWACHTEN</p> <p>Over voorwerpen die bewegen en levende dieren zijn leerlingen zeker, die horen thuis in kolom 1. Over voorwerpen die stilliggen ook, die horen thuis in kolom 2. Sommige leerlingen hebben mogelijk het wetenschappelijke idee. Dan voeg je een idee of een kolom toe. Bijvoorbeeld iemand zegt 'alles heeft energie'. Of iemand zegt 'het hangt af van de situatie'. Ook als dit wetenschappelijke idee opduikt, blijven leerlingen toch twijfelen.</p> <p>LET OP</p> <p>Geef geen waarde oordeel. Ook niet in je lichaamstaal. Stel je neutraal op. Plooi de omschrijving niet om naar je eigen manier van denken. Het gaat hier over wat de klas denkt, niet over wat er wetenschappelijk juist is. Zeq dat ook tegen de leerlingen.</p> | |



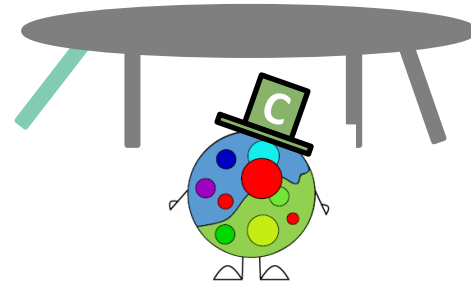
| Identificeren | | | |
|---|--|--|---|
| (een inventaris van de preconcepten maken en er één uitkiezen) | | | |
| <p>Wat zal je zeggen?</p> <p>Laten we terugkomen op de vraag: Wanneer drijft iets op iets anders? Wat is drijven? Wanneer denk je dat het zinkt?</p> <p><i>Jullie denken dat: Vaste stoffen niet kunnen drijven op gassen. Gassen opstijgen in water, vaste stoffen vallen (= Aristotelisch denken). Wat zwaar is valt en zinkt. Wat licht is drijft. De omgeving wordt niet betrokken in de redenering.</i></p> <p><i>Mag ik het zo verwoorden? Willen jullie nog iets toevoegen?</i></p> | <p>Wat zal je doen?</p> <p>Omschrijf duidelijk welke ideeën er leven in de klas. Noteer kernachtig op het bord.</p> | <p>Wat kan je verwachten?</p> <p>Door de verschillende ideeën te zien, komen leerlingen soms nog op andere ideeën. Die voeg je dan toe. Tot een omschrijving komen van wat er gedacht wordt is niet eenvoudig. Het vraagt tijd vooraleer er een consensus is en we het eens geraken over de omschrijving.</p> <p>In de trials waren de ideeën die aan de oppervlakte kwamen ook effectief de preconcepten die in literatuur vermeld worden.</p> | <p>Let op!</p> <p>Geef geen waarde oordeel. Ook niet in je lichaamstaal. Stel je neutraal op. Plooi de omschrijving niet om naar je eigen manier van denken.</p> |

ACTIVE CONSTRUCTIVISM IN DEVELOPING THE DIDACTICAL DESIGN: FOI METHOD

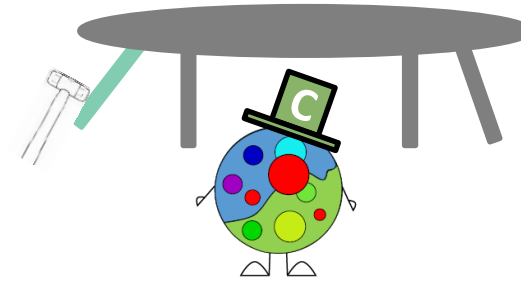
Awaken



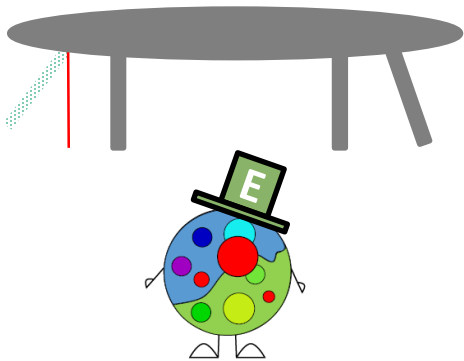
Identify



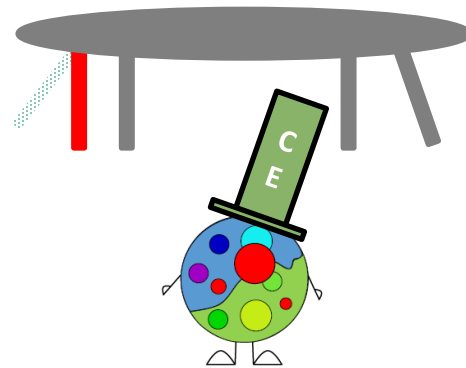
Shake



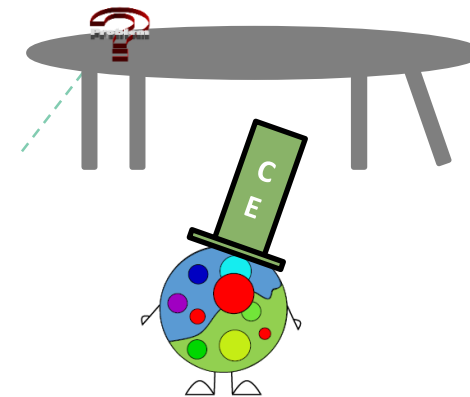
Introduce



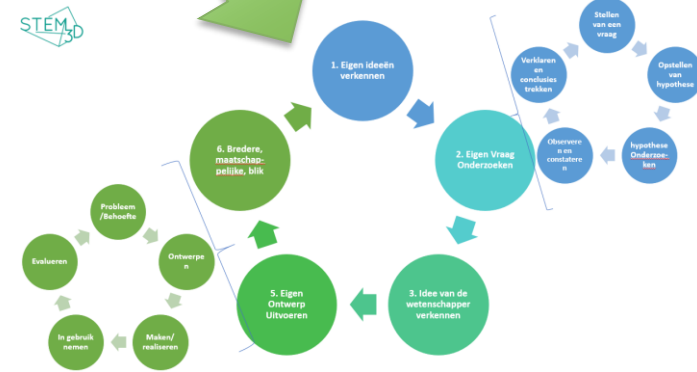
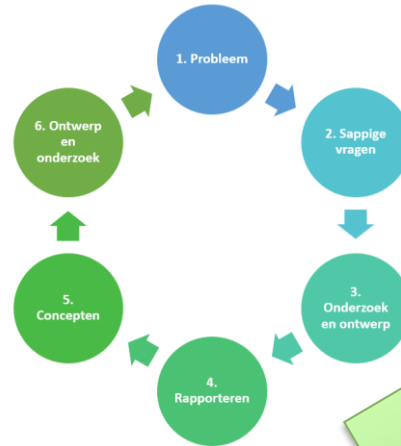
Secure



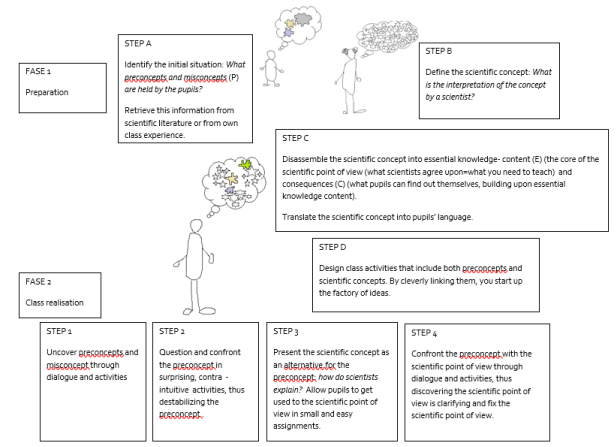
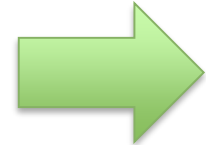
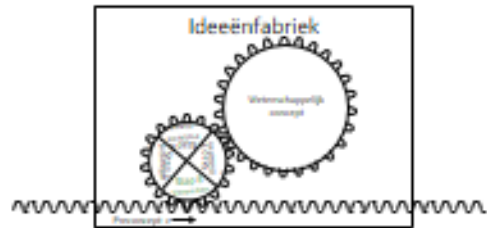
Use



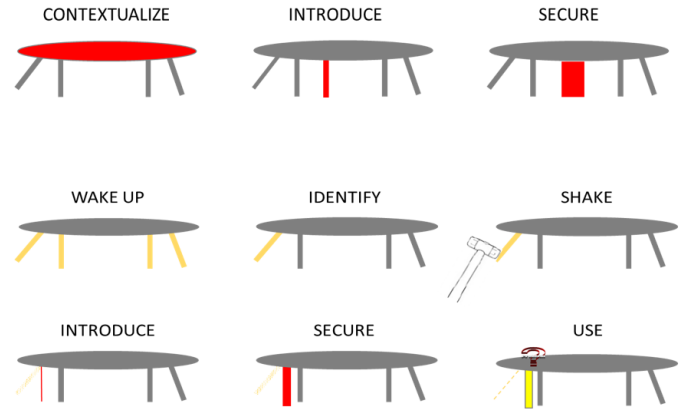
ACTIVE CONSTRUCTIVISM IN DEVELOPING THE DIDACTICAL DESIGN



DEVELOPING WAYS OF COMMUNICATING IDEAS



| | | | |
|---|--|--|---|
| www.ideeenfabriek-wetenschappen.be | Wakker maken Wat denken jullie? | Identificeren Waarover zijn jullie het eens? | Schudden Hoe verklaren jullie dit? |
| Introduceren Dit zegt de wetenschapper. | Vastzetten Hoe verklaar je dit best? | Gebruiken Kan je veel verklaren? | Onderzoekskern ExploRatio www.exploratio.be www.odisee.be |






FACTORS FACILITATING COLLECTIVE CONSTRUCTIVISM

- Intrinsic motivation
- Planning meetings
- Foods, drinks and transportation
- Boxes, boxes, boxes



COLLECTIVE CONSTRUCTIVISM IN COLLECTING DATA









- Teachers involved in
 - choice of topic
 - Observations: Heisenberg

| | What happened? Briefly describe the class. What fol -materials were used? What was (not) successful, and why? What would you change? Are there contextual factors that determined what happened (positive or negative)? | What were the reactions of the students? Describe, using examples, the reactions of the students. Were the students engaged? How did you see this? Were there unexpected answers? Did different students participate (compared to a traditional class)? | Some remarkable quotes. What striking reactions of the students do you recall? What reactions of the teacher do you recall? You can also write the name of a movie or picture that deserves extra attention (explain why). |
|--|---|---|--|
| 1. Wake up  | Classroom with boys and girls, mixed. They are disposed in a traditional way in the class. In the class, different materials are distributed in sets. | They are expecting and eager. The beamer is used. They are asked to answer questions about energy: your ideas about energy. They are motivated, happy. They participate. They listen in an active way. | When the first question is posed, they are blocked. Only a few answers. But they are active speaking english. |
| 2. Identify  | The class is now organized in little groups. | They are eager, concentrated, they are organized to develop the task. They are amused and they interact to each others. | They are uninhibited. One student react saying everything have energy. The rest of the class is in silence. The rest are thoughtful. |
| 3. Shake  | The class is now sitted when each student explain their answers. | They are eager, concentrated. They are relaxed while Wim demonstrated with the experiments that some things apparently with no energy, can produce movement or changes. They are happy with the learning. | Wim does an experiment with a rubber band and a ring. They were surprised. They were amazed with the water experiment and the glicerine and potassium permanganate experiment. |

- Teachers not involved in the test: standardized test

- Q1. What do you know about Energy?
- Q2. As far as you know, are there things that make energy?
- Q3. As far as you know, are there things that have/posses energy?
- Q4. Is energy conserved? In your answer explain in what is meant by “conserved.”
- Q5. Can energy by transformed? Explain, giving two examples
- Q6. Can energy be lost? Explain, giving two examples
- Q7. What types of energy do you know about?

Heron, Michelini, Stefanel (2006)

| What possesses energy? (mark correct answers with an "X", multiple are possible) | | Please explain your answer |
|--|--|----------------------------|
|  Car Parked |  Car Moving | |
|  A life dog |  A dead dog | |
|  Horse shoe |  Hot horse shoe | |
|  Worn out cell |  New Cell | |

COLLECTIVE CONSTRUCTIVISM IN COLLECTING DATA

- **Theme, timing, targets**

| | Nog voor de zomer | September (pre-tests) | September - December | December | Januari (post-tests) Timing ok? |
|--|-----------------------------------|--|---|---|---|
| Interventie Welke klassen? | | | STEM3D lessen Thema's? | | |
| Controle Welke klassen? | | | Lessen over zelfde thema's zonder STEM3D te gebruiken | | |
| Observatie/ Video-opname Hoe? | | | In 2 "gewone" lessen en in 2 STEM3D lessen | | |
| Motivatie Kandidaat? | Uitproberen in een klas | Motivatie (George, 2000) | | | Motivatie |
| Conceptueel inzicht Thema? | | | | | Conceptuele test Cfr Ideeënfabriek |
| Onderzoeks-competenties Kandidaat? | Uitproberen bij enkele leerlingen | Praktische test (cfr peilingstoets) → met een paar leerlingen van elke klas | | | Praktische test |
| Kennis | | | | Kennis vragen als deel van examens/toets Kan dat? | |

RESEARCH RESULTS

- quantitative and qualitative

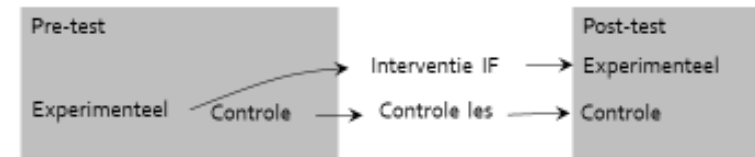
Resultaten Lesotho

- Conceptvorming in lijn met resultaten Vlaanderen
- Meer informatie over leerlingen
 - ... This shows that students in experimental group (than those in control group) got motivated in learning science to the extent that they were confident that they understood energy concept in science. ...
 - These findings show that students' interest towards learning energy, physics and science has increased in experimental group.

Resultaten Vlaanderen

- Observaties door leerkrachten
- Leerkrachten
 - herkennen het probleem,
 - vinden zich in de didactische aanpak,
 - werken actief mee en dragen bij,
 - maken zich wel zorgen over:

| | |
|-------------------------------|--|
| onvoorspelbaarheid van de les | preconcepten zijn voorspelbaar en werden opgelijst |
| timing | even veel tijd nodig als 'klassieke' les |
| hebben leerlingen ideeën? | meer dan je denkt, die komen vrij makkelijk |
| klasmanagement | leerlingen zijn geëngageerd en betrokken |
| Socratische houding | sjabloon (wat te doen, zeggen, verwachten) + training! |



| Lineair model | Alles heeft energie | Energie kan gecreëerd worden |
|--------------------------|---|------------------------------|
| 1 foto (ja/nee) | $p=3,2 \cdot 10^{-4}$ $d_{Cohen}=0,51$ | $p=0.29$ |
| 2 foto (open antwoorden) | $p=2,5 \cdot 10^{-4}$ $d_{Cohen}=0,70$ | $p=0.092$ |
| 3 Heron, 2008 | $p=5,0 \cdot 10^{-6}$ $d_{Cohen}=0,76$ | $p=0.60^*$ |

*Voorwaarden lineair model niet voldaan

CHALLENGES

- Upgrade?
- Impact: how to motivate others?
- Sustainability?
- Continuity?

CONTACT

- <http://www.ideeenfabriekwetenschappen.be>
- christel.balck@odisee.be
- wim.temmerman@odisee.be

Welkom bij Ideeënfabriek

