

# De E in STEM: van raadsel tot sleutel

Marc J. de Vries

# STEM in Nederland (WINT/TWIN?)

- Nieuwe examenprogramma's
- SLO Kennisbasis Natuurwetenschappen en Technologie voor de onderbouw
- NLT
- O&O

# STEM: de beloften

- Integratie van S, T, E and M past bij de werkelijkheid van natuurwetenschappen en technologie
- STEM maakt S en M aantrekkelijker
- STEM lost het imagoprobleem van T op en brengt de E als een nieuw relevant element in

# STEM: de hindernissen

- S en M niet populair bij leerlingen
- T worstelt met identiteit
  - Van handvaardigheden naar technologische geletterdheid
- E nog volslagen onbekend in voortgezet onderwijs
- Niet alle S is er omwille van T en E
- Niet alle M is er omwille van S, T en E
- De meeste T docenten hebben weinig affiniteit met S, E en M
- De meeste S en M docenten hebben weinig afiniteit met T en E
- Het is nog niet zo eenvoudig om STEM activiteit te ontwikkelen waarin S, T, E en M allemaal nodig zijn
  - Of T en E zijn slechts context voor S en M
  - Of S en M zijn niet noodzakelijk voor T en E

# Naar een raamwerk voor T en E in STEM

- Delphi studie met 34 internationale experts in philosophy of technology, technology education and engineering education
- Concepten en contexten gevraagd
  - Concept-context approach

# Delphi by Osborne et al. for science: resulting themes

- Science and certainty
- Analysis and interpretation of data
- Scientific method and critical testing
- Hypothesis and prediction
- Creativity
- Science and questioning
- Cooperation and collaboration in the development of scientific knowledge
- Historical development of scientific knowledge
- Diversity of scientific thinking
  
- Science and technology (almost consensus in Delphi study)

# Resulting Concepts T and E

Table 5 Concept list

Main concept	Sub-concepts
Designing ('design as a verb')	Optimising
	Trade-offs
	Specifications
	Invention
	Product lifecycle
Systems	Artefacts ('design as a noun')
	Structure
	Function
Modelling	
Resources	Materials
	Energy
	Information
Values	Sustainability
	Innovation
	Risk/failure
	Social interaction
	Technology assessment

# Resulting Contexts T and E

Table 4 Contexts

---

Context
Shelter ('construction')
Artefacts for practical purposes ('production'/'manufacturing')
Mobility ('transportation')
Communication
Health ('biomedical technologies')
Food
Water
Energy
Safety

---



# Verschillen tussen E en T onderwijs

- Engineering (education)
  - Alleen ontwikkeling
  - Quantitatief
  - Gebruik van S en M
  - Modelleren
  - Beroepsperspectief
- Technology (education)
  - Ontwikkeling en gebruik
  - Qualitatief
  - Gebruik van handvaardigheden
  - 'Knutselen'
  - Technologische geletterdheid

# Verschillen tussen S en E

- Natuurwetenschappen
  - Context-onafhankelijk
    - Maximale generalisatie
  - Waarheid als criterium
  - Experimenten als basis
  - Propositioneel
  - Geen normativiteit in inhoud van kennis
- Technische wetenschappen
  - Context-afhankelijk
    - Beperkte generalisatie
  - Bruikbaarheid als criterium
  - (Collectieve) beslissingen als basis
  - Ook niet-propositioneel
  - Wel normativiteit in inhoud van kennis
    - Functies, standaarden, vuistregels, etc

# STEM: een mogelijk paradigma

- R&D verbindt S, T, E and M
  - Ontwerpprocessen gebruiken S en M kennis als een input
  - Ingenieurswetenschappen genereren S kennis door systematische reflectie op T en E ervaringen
    - Eerst context-specifieke kennis, maar gaandeweg meer generiek
  - Modelleren bouwt bruggen tussen M en S/T/E

# Illustratie: Philips Research 1914-1994

- 1914-1947: Gilles Holst period
  - “Seamless web”: STEM integrated
- 1947-1972: Hendrik Casimir period
  - “Ivory tower”: S and M push T and E
- 1972-1994: Eduard Pannenberg a.o. period
  - “Multidisciplinary supplier: T and E invite S and M
- Light bulb production ->
  - knowledge about ‘glass and vacuum’ ->
    - X-ray and amplification tube development ->
      - knowledge about circuitry ->
        - radio set production ->
          - knowledge about acoustics ->
            - concert hall design ->

# Simpel praktijkvoorbeeld

- Papieren vliegtuigjes: wie komt het verst
  - Beginnen met trial-and-error (vouw een vliegtuigje)
  - Varieer systematisch en bekijk invloed op vlieggedrag
  - Leren over relatie structuur-functie -> beter ontwerp
  - Leren over natuurlijke verschijnselen -> aanzet tot S

# STEM: opbrengsten

- S, T, E and M begrippen geleerd
  - Analogiën: systemen, modelleren, materialen/energie/informatie
  - Verschillen: functie (eigenlijk/oneigenlijk), energie (kan wel/niet verloren gaan)
- Vaardigheden in R en D
- Inzicht in S/M  $\leftrightarrow$  T/E
- Het spannende van S,T,E and M ervaren

Dat was het zo'n beetje. Ik hoop dat het duidelijk was



