

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Conference strand
Learning and teaching with ICT



- TECFA UniGe

Empowering next generation learners : Wiki supported Inquiry Based Learning ?

François Lombard

Educational sciences TECFA UniGeneva

Francois.lombard@tecfa.unige.ch

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Plan



- TECFA UniGe

- Context
 - Research context
 - Teaching context
- Design
 - Conjectures
- Methods
- Selected findings
- A few trade-offs
- Some design variables
- A lot of discussion

Lombard F. 15 XI 07

EUROPEAN PRACTICE BASED AND PRACTITIONER
RESEARCH CONFERENCE ON LEARNING AND INSTRUCTION

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Research context



- TECFA UniGe

- Biologist.
- IT in-service education
- Lecturer : ICT integration, educational sciences UniGE
- Thesis research in Educational sciences :
 - Biology evolution / IT-Rich biology teaching

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Teaching context



- TECFA UniGe

- Biology high school
- Geneva public schools
- Students 16-**19** yrs
- Minor / **Major**
- Usual context, exams, etc

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Science is a way of building knowledge



- TECFA UniGe

- (Bio)sciences defining characteristics are:
 - (1) that all knowledge is **related to observation or experiment**,
 - (2) a family of methods and disciplines grouped around the investigation of life processes and the interrelationships of living organisms
 - (3) they **exist in an environment of current hypotheses rather than certainty**
 - (4) they include disciplines in which rapid change is happening
 - (5) they are essentially practical and experimental subjects »
 - Sears, H., & Wood, E. (2005).

How does it work ?

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

IT and biology learning



- TECFA UniGe

Biology is undergoing a paradigm change

- IT-Rich Biology 4 aspects identified
 - Bioinformatics
 - GIS and other databases
 - Systems Biology and Simulations
 - **Information access-management / information overload**

IT-induced change of science \neq

didactic use of IT for teaching science

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Objectives



- TECFA UniGe

- Learning Objectives
 - Std or better achievement at exams.
 - Better *scientific thinking* ≠ science of conclusions
 - Autonomy in learning : empower students
- Research objectives
 - Develop a teaching design for IT-rich Biology
 - Literature, experience -> design rules
 - Embed conjectures, test
 - Refine design rules

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



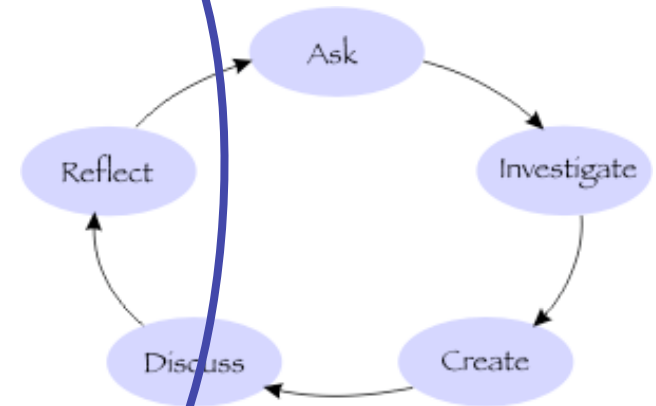
Learning and Instruction
for the New Generation

IBL design



- TECFA UniGe

- Elicit questions
- Experiment, observe, read.
- Compose Q & A
- Present / Discuss
- Reframe



The crucial difference between current formulations of inquiry and the traditional "scientific method" is the explicit recognition that inquiry is cyclic and nonlinear.»

- Sandoval 2004p. 216

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Conjectures 1/5



- TECFA UniGe

- Student activity, meaningful inquiry
 - (De Vecchi, 2006; Giordan, 1998).
- ->deep understanding.

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Conjectures 2/5



- TECFA UniGe

- Iteratively writing a significant document (W2L)
 - (Scardamalia, 2004)
 - Writing > print to computer
- ->writing (wiki) to build Knowledge in infodense environments

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Conjectures 3/5



- TECFA UniGe

- Shared writing space (wiki) : idea confrontation
 - (Socio-cognitive conflict (Astolfi & Develay, 2002; David Hammer, 1996; Joshua & Dupin, 1993; W. A. Sandoval, 2003))
- -> In-depth understanding, work on preconceptions

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Conjectures 4/5



- TECFA UniGe

- Presenting current knowledge @ early stages
 - (Sandoval 2004)
- -> favor synthesis, interconnections
- -> learn to work with ideas "in an environment of current hypotheses rather than certainty".

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Conjectures 5/5



- TECFA UniGe

- Teacher as tutor ; knowledge authority found in experiment or resources.
 - (William A. Sandoval & Daniszewski, 2004)
 - -> develop scientific knowledge building, i.e. "that all knowledge is related to observation or experiment".
 - -> validate ideas by their ability to explain data or stand up to criticism

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Methods



- TECFA UniGe

- Design Based Research (DBR)
 - Global : *design* is the object.
 - Iterative design cycles.
 - Ethical : best design offered
 - Conjectures embedded tested, towards design rules
 - Brown, A. L. (1992). Design Based Research Collective. (2003). Sandoval, W. A. (2004). Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004).

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Data



- TECFA UniGe

- Data sources
 - Wiki Data : all versions of text is recorded
 - Questionnaires
 - In-training teachers records
- Stratigraphic analysis
- Yearlong analysis
- Longitudinal analysis.

■ Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Results : stratigraphic



- TECFA UniGe

■ Example : immunology

Le titre contient une question implicite.

Cherchez d'abord dans un ouvrage plutôt simple pour commencer (Rabish et al., 1992 Objectif vie, LEP), cela devrait susciter des interrogations, puis développez les questions qui apparaissent avec le campbell et d'autres ouvrages spécialisés en les organisant selon la structure proposée :

- Principe
- Définitions
- Mécanisme détaillé
- Potentiels et limites
- Biblio

Le maître et là et peut vous aider à répondre et à structurer

Critères d'évaluation des pages : [CritèresEvaluationPage](#)

2 hours . 4 students new subject

- Question driven Inquiry
- Autonomy

Qu'est-ce que l'immunité humorale?

Avant d'expliquer précisément ce qu'est l'immunité humorale, il faudrait déjà expliquer ce qu'est l'immunité. L'immunité représente la capacité et les moyens qu'a le corps humain pour pallier aux invasions des microorganismes parasitaires, ainsi qu'aux dysfonctionnements internes. L'immunité humorale quant à elle représente le système de défense du corps humain avec les anticorps, c'est-à-dire la protection et la défense contre les agents pathogènes extracellulaires (virus, bactéries) par opposition à l'immunité cellulaire qui elle s'occupe des agents pathogènes intracellulaires.

Quel est le principe de l'immunité humorale?

Le principe de l'immunité humorale est de combattre les invasions des agents pathogènes extracellulaires en faisant se lier les anticorps aux antigènes afin qu'ils soient plus exposés aux phagocytes, et ciblés par le complément (cf. du Campbell un peu retouché).

en partant de là, beaucoup de définitions sont à donner:

Qu'est-ce qu'un anticorps ? D'où viennent-ils?

Un anticorps, aussi appelé immunoglobuline, est une protéine produite par les lymphocytes B et qui joue le rôle d'effecteur (qui produit donc un effet) dans la réponse immunitaire. C'est en très vulgarisé nos soldats anti-virus et bactéries) il en existe 5 classes qui chacune sait se fixer sur une sorte d'antigène.

Qu'est-ce qu'un antigène? D'où viennent-ils?

Un antigène est une très grosse molécule, étrangère à l'organisme hôte et qui provoque une réaction immunitaire. C'est cette partie de l'organisme étranger que va reconnaître l'anticorps et sur laquelle il va se fixer. Il ne sort donc pas fabriqué par l'organisme hôte et provient donc d'un organisme étranger. Il suscite un réponse spécifique des lymphocytes.

Qu'est-ce qu'un lymphocyte?

Un lymphocyte est une cellule sanguine ayant la particularité de différencier les molécules propres à l'organisme et celles étrangères. Les lymphocytes proviennent des cellules souches et il en existe deux types primaires, les lymphocytes B qui produisent les anticorps et les lymphocytes T qui aux différences les cellules propres à notre corps et saines, les cellules étrangères ou malades (par ex. tumorales). Ils circulent dans le sang et dans la lymphe mais leur concentration augmente dans la rate, les noeuds lymphatiques, et d'autres tissus lymphatiques. Les lymphocytes T et B reconnaissent des antigènes au moyen des récepteurs antigéniques de leur membrane plasmique.

Qu'est-ce qu'un phagocyte?

Un phagocyte (de phagocytose, souvenons-nous du cours de deuxième sur les bactéries... est une cellule capable d'en capturer et "manger" une autre. Dans notre cas ces phagocytes phagocytent les corps étrangers afin qu'ils ne puissent plus agir et soient détruits.

Qu'est-ce que le complément?

Le complément est un ensemble de protéines qui va être attiré par les anticorps (fixés aux antigènes) et dont ces protéines vont attaquer la membrane du corps étranger et en rompre la mort. Critères d'évaluation des pages : [CritèresEvaluationPage](#).

Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction for the New Generation



- TECFA UniGe

Results : stratigraphic

Example : immunology

Qu'est-ce que l'immunité humorale?
 Avant d'expliquer précisément ce qu'est l'immunité humorale, il faudrait déjà expliquer ce qu'est l'immunité. L'immunité représente la capacité et les moyens qu'a le corps humain pour pallier aux invasions des microorganismes parasitaires, ainsi qu'aux dysfonctionnements internes. L'immunité humorale quant à elle représente le système de défense du corps humain avec les anticorps (c'est-à-dire la protection et la défense contre les agents pathogènes extracellulaires (virus, bactéries) par opposition à l'immunité cellulaire qui elle s'occupe des agents pathogènes intracellulaires.

Quel est le principe de l'immunité humorale?
 Le principe de l'immunité humorale est de combattre les invasions des agents pathogènes extracellulaires en faisant se lier les anticorps aux antigènes afin qu'ils soient plus exposés aux phagocytes, et ciblés par le complément (Sf. du Campbell un peu retouchée).
 en partant de là, beaucoup de définitions sont à donner:

Qu'est-ce qu'un anticorps? D'où viennent-ils?
 Un anticorps, aussi appelé immunoglobuline, est une protéine produite par les lymphocytes B et qui joue le rôle d'effecteur (qui produit donc un effet) dans la réponse immunitaire. C'est en très vulgarisé nos soldats anti-virus et bactéries) il en existe 5 classes qui chacune sait se fixer sur une sorte d'antigène.

Qu'est-ce qu'un antigène? D'où viennent-ils?
 Un antigène est une très grosse molécule, étrangère à l'organisme hôte et qui provoque une réaction immunitaire. C'est cette partie de l'organisme étranger que les reconnaissent les anticorps et sur laquelle il va se fixer. Il ne sont donc pas fabriqués par l'organisme hôte et proviennent donc d'un organisme étranger. Il s'agit d'une réponse spécifique des lymphocytes.

Qu'est-ce qu'un lymphocyte?
 Un lymphocyte est une cellule sanguine ayant la particularité de différencier les molécules propres à l'organisme et celles étrangères. Les lymphocytes proviennent des cellules souches et il en existe deux types primaires, les lymphocytes B qui produisent les anticorps et les lymphocytes T qui eux différencie les cellules propres à notre corps et saines, les cellules étrangères ou malades (par ex. tumorales). Ils circulent dans le sang et dans la lymphe mais leur concentration augmente dans la rate, les nœuds lymphatiques, et d'autres tissus lymphatiques. Les lymphocytes T et B reconnaissent des antigènes au moyen des récepteurs antigéniques de leur membrane plasmique.

Qu'est-ce qu'un phagocyte?
 Un phagocyte (ou phagocyte) phagocyte, souvenons-nous du cours de deuxième sur les bactéries... Juste une cellule capable d'en capturer et "manger" une autre. Dans notre cas ces phagocytes phagocytent les corps étrangers afin qu'ils ne puissent plus agir et soient détruits.

Qu'est-ce que le complément?
 Le complément est un ensemble de protéines qui va être attiré par les anticorps (liés aux antigènes) et dont ces protéines vont attaquer la membrane du corps étranger et en rompre le pont. Cf. Moore, d'actualisation des notions. Cf. Moore, d'actualisation des notions.

3-4 weeks : 4 students 2 IBL cycles

- Mechanism questions
- Infodense management
- Question driven Inquiry
- Autonomy

Elle se trouve à la surface des mastocytes (type de globule blanc différencié qui existe principalement dans les tissus) et les granulocytes basophiles (globule blanc qui a pour rôle est de stimuler les mastocytes et les granulocytes à libérer l'histamine quand un antigène se fixe sur l'IgE. Mais il ne s'agit pas ici de virus ou de bactéries, mais de substances de l'environnement comme le pollen, acariens, poussières. L'histamine provoque les symptômes de l'allergie.

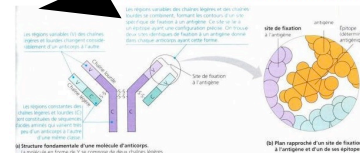


Figure 2: Structure d'une molécule d'anticorps typique : Chaque extrémité (gauche et droite) est formée d'une chaîne lourde et une chaîne légère. Leurs extrémités sont des régions variables, spécifiques à chaque anticorps (spécifique par le nombre des acides aminés qui la forme) et qui correspondent au site de fixation d'un antigène. Le reste de l'anticorps sont des zones constantes, car il n'y a pratiquement pas de variations d'acides aminés entre les anticorps.

On peut la voir en 3-d dynamique ici : http://education.expasy.org/structure_browser/structure_browser.html

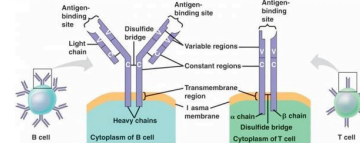


Figure 3. Ce schéma nous montre plus précisément la structure des Ig anticorps "et des récepteurs cellulaires T (TCR) on combien ils sont similaires.

Qu'est-ce qu'un globule blanc- Leucocyte?

On les appelle blancs car ils forment une pâte blanche lorsqu'on les sépare des autres cellules sanguines. Les leucocytes sont environ deux fois plus grands que les érythrocytes (globules rouges), ils possèdent un noyau cellulaire mais pas d'hémoglobine. Il y a entre 4000 et 10000 leucocytes par mm³ de sang. Leur taille varie entre 7-9

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

End of year questionnaires

([link](#))



- TECFA UniGe

- Students perceived
 - Efficient learning method,
 - structuring, challenging, adequate to prepare for uni
 - Autonomy, responsibility : pride.
 - Mature view of resources,
 - defiant of affirmative « scientifically proven » info.
 - Aware of power of writing to structure, build K.
 - Aware of k. assessing potetial of presentations
 - Cooperation :Mixed feelings
 - Workload !

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Anecdote



- TECFA UniGe

- En fait, (cette méthode) est proche de l'histoire de l'homme et du poisson. Si tu donnes un poisson un jour à une personne, il pourra manger qu'une fois alors que si tu lui apprends à pêcher... Personnellement, au collège, je préfère avoir notre poisson quotidien

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Results



- TECFA UniGe

- Student feed-back afterwards ([link](#))
- j'ai commencé l'université de St Gall ce semestre et la methode wiki est deja tres utile pour 4 grandes raisons:
 - 1° chaque matiere nous devons travailler en groupe.
 - 2° La deuxieme LWA qui nous apprend a travailler et apprendre de maniere scientifique. La methode wiki va exactement dans ce raisonnement soit de reduire au maximum l'apprentissage passif.
 - 3° travail / 2 mois. Ainsi, de savoir rapidement structurer un travail et savoir comment faire des recherches =atout
 - 4° j'ecris des questions bien precises -> etudiants plus avances dans le bachelor /programme de coaching.

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Some design rules 1



- TECFA UniGe

- *Matrioschka Russian doll model*



Select, choose
Wade infodense

← Questions

Meaningful
Document



Design



Design

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Some design rules 2



- TECFA UniGe

- Embedding structuring control into the design
 - Empowers students.
 - Frees the teacher for high level interaction
- -> Formalizing design gives more freedom ?
 - Example : define structure of document, of presentation, time control

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Some design rules



- TECFA UniGe

- Learn students strategies to manage complex information rather than popularize
- Structuring strategy : IBL
- T -> Coachindexing role :
 - Question eliciting resources / activities.
 - Answer-finding resources / activities.

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Trade-offs



- TECFA UniGe

- Formal mastery of domain vs. developing student's ideas
- Document quality vs. quality of the learning supported by this document.
- Accessible, easy to understand resources vs. authentic resources.
- Popularizing science vs. empowering students to face complex information.
- Teacher authority vs. student empowerment.

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

A few variables



- TECFA UniGe

- Document status re. student goal. ?
- Effective role of questions ?
- Document ownership ?
- Teacher's perception of profession
 - Control ?
 - Knowledge distribution
 - Scientific competence
 - ...

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Conclusions



- TECFA UniGe

- Evidence suggests
- Effective design for building k in infodense resources
- Design might empowers students :
knowledge building
 - "No longer is information itself power; rather, power is gained from the ability to access the right information quickly. " (NSF 2006)
 - And publish in relevant context.
- Design could develop better NOS.

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Questions ->discussion



- TECFA UniGe

- Science, school & uncertainty ?
- Complexity / Pygmalion effect ?
- Focus on student production ?
- Teacher authority vs learners trust -> valid reference to learn from / with

- Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Acknowledgements



- TECFA UniGe

- This research is partly supported by the Departement de l'Instruction Publique de Genève.
- The discussions and insight shared with Elodie Sierra, Lionel Regad and Pierre Brawand were of a great help during the initial phases of the design development.
- The support of my mentor Daniel Schneider is critical.
- The numerous students who gave feed-back should be thanked too.

■ Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Refs 1/4



- TECFA UniGe

- AAAS. (1993). *Project 2061, Benchmarks for Science*. Washington: American Association for the Advancement of Science. Document Number)
- Astolfi, J.-P., & Develay, M. (2002). *La didactique des sciences* (6e éd. mise à jour ed.). Paris: Presses universitaires de France.
- Bindé, J., & UNESCO. (2005). *Towards knowledge societies : UNESCO world report* (No. 923204000X). Paris: UNESCO. (P. UNESCO o. Document Number)
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- De Vecchi, G. (2006). *Enseigner l'expérimental en classe : pour une véritable éducation scientifique* Paris: Hachette éducation.
- Design Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8.
- Duchâteau, C. (1992). L'ordinateur et l'école ! Un mariage difficile ? *Publications du CeFIS*, 5(28).
- Giordan, A. (1998). *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Belin.
- Hammer, D. (1996). More than misconceptions: Multiple perspectives on student knowledge and reasoning, and an appropriate role for. Education research *American Journal of Physics*, 64(10), 1316-1325.
- Hammer, D. (1997). Discovery learning and discovery teaching. *Cognition and Instruction* 15(4), 485-529.
- Horman, J. (2005). *Une exploration de l'interaction sociale en ligne lors de la réalisation d'activités d'apprentissage collaboratif dans deux espaces interactifs: un site internet et des wikis.*, Université Laval.
- Hounsell, D., & McCune, V. (2002). *Teaching-Learning Environments in Undergraduate Biology: Initial Perspectives and Findings* Edinburgh: Economic & Social Research Council, Department of Higher and Community Education. Document Number)
- Huba, M. E., & Freed, J. E. (2000). *Learner-Centered Assessment on College Campuses: Shifting the Focus from Teaching to Learning*. Needham Heights, MA Allyn & Bacon.

Lombard F. 15 XI 07

EUROPEAN PRACTICE BASED AND PRACTITIONER
RESEARCH CONFERENCE ON LEARNING AND INSTRUCTION

■ Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Refs 2/4



- TECFA UniGe

- Jonassen, D. H. (2003). *Learning to Solve Problems with Technology: A Constructivist Perspective*. Upper Saddle River NJ USA: Merrill Prentice Hall.
- Joshua, S., & Dupin, J. J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Kobbe, L. (2006). *Framework on multiple goal dimensions for computer-supported scripts*: Knowledge Media Research Center (KRMC)o. Document Number)
- Kuhn, T., S. (1972). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris: Flammarion.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (2004). Internet Environments for Science Education.
- Lombard, F. (2007). Du triangle de Houssaye au Tétraèdre des TIC : Comment l'analyse des productions TIC permet d'approcher une compréhension des interactions entre les savoirs d'expérience et de recherche(Contribution au REF03). In B. Charlier & D. Peraya (Eds.), *Les technologies éducatives : une opportunité d'articuler les savoirs d'expérience et ceux issus de la recherche ?* . Bruxelles: De Boeck.
- Lombard, F. (2007, 24-28 Avril 2007). *L'actualité de la biologie : vulgariser ou autonomiser ?* Paper presented at the JIES : XVIIIes Journées internationales sur la communication, l'éducation , la culture scientifiques techniques, et industrielles, Chamonix.
- Martel, V. (2005). *Émergence d'une communauté d'apprentissage en réseau à l'ordre primaire [ressource électronique]: l'activité de transformation d'un environnement d'apprentissage par la direction, les enseignants et les élèves (étude de cas)*. Université Laval, Laval.

■ Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Refs 3/4



- TECFA UniGe

- Modell, H. I. (2000). How To Help Students Understand Physiology? Emphasize General Models. *Advan. Physiol. Edu.*, 23(1), 101-107.
- NRC Committee on Undergraduate Biology Education to Prepare Research Scientists for the 21st Century. (2003). *BIO2010: Transforming Undergraduate Education for Future Research Biologists* (No. ISBN: 0-309-08535-7): National Research Council o. Document Number)
- NRC National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards. A Guide for Teaching and Learning*: National Acadmies Press.
- NSF. (2006, May 24-26, 2006). *Reconsidering the "Textbook"*. Paper presented at the Reconsidering the "Textbook", Washington.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2006). *Science education Now : a renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelles: OECD EUROPEAN COMMISSION o. Document Number)
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being *American Psychologist* 55(1), 68-78.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and Epistemic Aspects of Students' Scientific Explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5-51.
- Sandoval, W. A. (2003, June 2004). *The inquiry paradox: why doing science doesn't necessarily change ideas about science*. Paper presented at the Sixth Intl. Computer-Based Learning in Science Conference 2003 Nicosia, Cyprus.

■ Empowering next generation science learners : Wiki / IBL ?



Learning and Instruction
for the New Generation

Refs 4/4



- TECFA UniGe

- Sandoval, W. A. (2004). Developing Learning Theory by Refining Conjectures Embodied in Educational Designs. *Educational Psychologist*, 39(4), 213-223.
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39(4), 199-201.
- Sandoval, W. A., & Daniszewski, K. (2004). Mapping Trade-Offs in Teachers' Integration of Technology-Supported Inquiry in high School Science Classes. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2).
- Scardamalia, M. (2004). CSILE/Knowledge Forum®. *Education and technology: An encyclopedia*, 183-192.
- Schneider, D., Class, B., Catherine, F., Girardin, F., Lombard, F., Morand, S., et al. (2003, Juin 2003). *Conception et implémentation de scénarios pédagogiques riches avec des portails communautaires Les communautés virtuelles éducatives*. Paper presented at the second colloque de Guéret.
- Sears, H., & Wood, E. (2005). Linking Teaching and Research in the Biosciences. *Bioscience Education e-journal (BEE-j)*, 5.
- Wooley, J. C., & Lin, H. S. (2005). *Catalyzing Inquiry at the Interface of Computing and Biology*. Committee on Frontiers at the Interface of Computing and Biology, National Research Council: National Academies Presso. Document Number)
- Wright, R. L., & Klymkowsky, M. W. (2005). Points of View: Content versus Process: Is This a Fair Choice? *Cell Biology Education*, 4, 189-198.