



Conference on Intelligent Computer Mathematics

CICM 2015

July 13-17, 2015

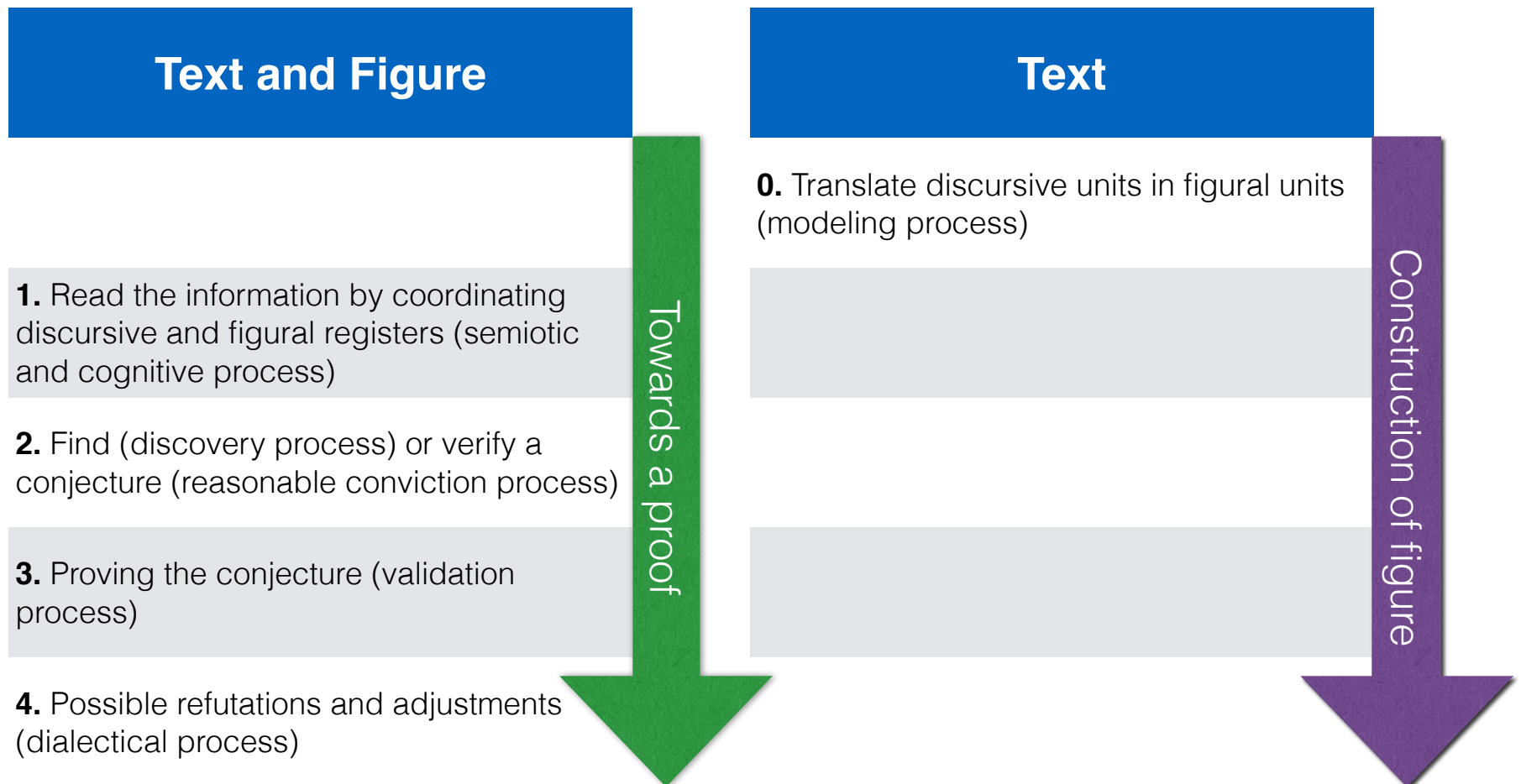
Washington DC, USA

Argumentative effects of a geometric construction tutorial system in solving problems of proof

Philippe R. Richard
Université de Montréal

Prove and construct in geometry

(the traditional approach)



With a tutorial system

- Technological achievement: geogebraTUTOR
 - Phase completed >> module of proving
 - Phase under study >> module of constructing
(independent of module of proving)

Triangle inscrit

Soit un cercle de diamètre BC, d la médiatrice du segment BC et A un point d'intersection du cercle et de d.
Quelle est la nature du triangle ABC?

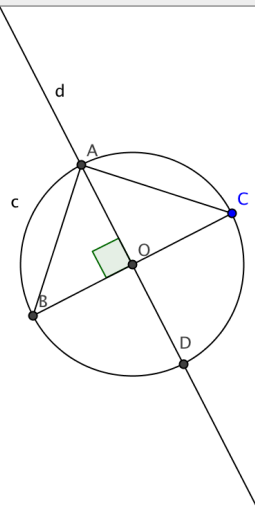


Figure Phrases Schéma Rédaction

Fichier Éditer Affichage Options Outils Fenêtre Aide

Déplacer

Saisie:

Utiliser l'onglet "Phrases" pour sélectionner une proposition

Soumettre

Prof. Turing > Salut! À toi de jouer...

Eleve > T:ABC est un triangle isocèle en P:A

Prof. Turing > :) Bon départ!

Prof. Turing > Quelle propriété ou définition te permet de conclure que T:ABC est un triangle isocèle en P:A?

Eleve > La mesure du segment S:AB = la mesure du segment S:AC

Prof. Turing > :) J'ai hâte de voir la suite.

Eleve > La mesure de l'angle (A:BAC) = V:0090

Prof. Turing > :)

Prof. Turing > Pour quelle justification les antécédents : La mesure de l'angle (A:BAC) = V:0090, et T:ABC est un triangle isocèle en P:A, sont ils des préalables?

Prof. Turing > Recherche la définition du triangle isocèle-rectangle.

Eleve > Un triangle isocèle-rectangle est un triangle rectangle dont les deux cathètes sont de même mesure. On peut aussi dire, un triangle isocèle avec un angle droit

Prof. Turing > :) Continue!

Eleve > L'angle A:BAC est droit

Prof. Turing > :)

Eleve > Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit

Prof. Turing > :)

Prof. Turing > Quelles affirmations sont nécessaires pour déduire la conclusion : L'angle A:BAC est droit, à l'aide de la justification : Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit?

Prof. Turing > Que peux-tu déduire concernant la nature du triangle T:ABO?

Eleve > T:ABC est un triangle rectangle

Prof. Turing > :) Je pense avoir reconnu ta stratégie, tu peux maintenant consulter l'onglet rédaction.

geogebraTUTOR

To support solving problems of proof

Triangle inscrit

Soit un cercle de diamètre BC, d la médiatrice du segment BC et A un point d'intersection du cercle et de d.
Quelle est la nature du triangle ABC?



Figure Phrases Schéma Rédaction

Sélectionner une proposition

hypothèse
justification
résultat

Semblable/Similitude
Sin
Somme
Sommet
Supplémentaire
Symétrie
Sécante
Tan (Trigo)
Trapèze
Triangle
Unité

Perpendicularité
Point
Polygone
Pythagore
Quadrilatère
Rapport
Rapport trigonométrique
Rectangle
Segment
Semblable/Similitude
Sin
Somme

Angle
Cathète
Cos
Côté
Droit

tan(?) = m(?) / m(?)
sin(?) = ? / ?
sin(?) = m(?) / m(?)
? est isocèle rectangle en ?
?^2 + ?^2 = ?^2
? est un triangle rectangle
? est un triangle rectangle en ?
cos(?) = m(?) / m(?)
tan(?) = ? / ?

Réinitialiser Choisir

Utiliser l'onglet "Phrases" pour sélectionner une proposition

Soumettre

Prof. Turing > Salut! À toi de jouer...

Eleve > T:ABC est un triangle isocèle en P:A

Prof. Turing > :) Bon départ!

Prof. Turing > Quelle propriété ou définition te permet de conclure que T:ABC est un triangle isocèle en P:A?

Eleve > La mesure du segment S:AB = la mesure du segment S:AC

Prof. Turing > :) J'ai hâte de voir la suite.

Eleve > La mesure de l'angle (A:BAC) = V:0090

Prof. Turing > :) Pour quelle justification les antécédents : La mesure de l'angle (A:BAC) = V:0090, et T:ABC est un triangle isocèle en P:A, sont ils des préalables?

Prof. Turing > Recherche la définition du triangle isocèle-rectangle.

Eleve > Un triangle isocèle-rectangle est un triangle rectangle dont les deux cathètes sont de même mesure. On peut aussi dire, un triangle isocèle avec un angle droit

Prof. Turing > :) Continue!

Eleve > L'angle A:BAC est droit

Prof. Turing > :) Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit

Prof. Turing > Quelles affirmations sont nécessaires pour déduire la conclusion : L'angle A:BAC est droit, à l'aide de la justification : Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit?

Prof. Turing > Que peux-tu déduire concernant la nature du triangle T:ABO?

Eleve > T:ABC est un triangle rectangle

Prof. Turing > :) Je pense avoir reconnu ta stratégie, tu peux maintenant consulter l'onglet rédaction.

geogebraTUTOR

Under the tab «Phrase»

Triangle inscrit

Soit un cercle de diamètre BC, d la médiatrice du segment BC et A un point d'intersection du cercle et de d.
Quelle est la nature du triangle ABC?

Figure | Phrases | Schéma | Rédaction

Le texte de rédaction est susceptible de changer au fur et à mesure de tes actions. Une fois ta démonstration complétée, tu peux cliquer sur celle-ci pour voir les codes couleurs des hypothèses (turquoise), des résultats(jaune), des justifications (vert) et de la conclusion (violet) apparaître.

Comme _____, alors, selon la propriété qui dit «Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit», _____.

Comme _____, alors, selon la propriété qui dit «_____», _____.

Comme _____, _____, _____, et _____, alors, selon la propriété qui dit «_____», _____.

Comme _____, alors, selon la propriété qui dit «_____», La mesure du segment S:AB = la mesure du segment S:AC.

Comme La mesure du segment S:AB = la mesure du segment S:AC, alors, selon la propriété qui dit «_____», T:ABC est un triangle isocèle en P:A.

Comme _____, alors, selon la propriété qui dit «Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit», _____.

Comme _____, alors, selon la propriété qui dit «Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit», L'angle A:BAC est droit.

Comme L'angle A:BAC est droit, alors, selon la propriété qui dit «Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit», T:ABC est un triangle rectangle.

Comme T:ABC est un triangle isocèle en P:A, et T:ABC est un triangle rectangle, alors, selon la propriété qui dit «Un triangle isocèle-rectangle est un triangle rectangle dont les deux cathètes sont de même mesure. On peut aussi dire, un triangle isocèle avec un angle droit», _____.

Prof. Turing > Salut! À toi de jouer...

Eleve > T:ABC est un triangle isocèle en P:A

Prof. Turing > :) Bon départ!

Prof. Turing > Quelle propriété ou définition te permet de conclure que T:ABC est un triangle isocèle en P:A?

Eleve > La mesure du segment S:AB = la mesure du segment S:AC

Prof. Turing > :) J'ai hâte de voir la suite.

Eleve > La mesure de l'angle (A:BAC) = V:0090

Prof. Turing > :)

Prof. Turing > Pour quelle justification les antécédents : La mesure de l'angle (A:BAC) = V:0090, et T:ABC est un triangle isocèle en P:A, sont ils des préalables?

Prof. Turing > Recherche la définition du triangle isocèle-rectangle.

Eleve > Un triangle isocèle-rectangle est un triangle rectangle dont les deux cathètes sont de même mesure. On peut aussi dire, un triangle isocèle avec un angle droit

Prof. Turing > :) Continue!

Eleve > L'angle A:BAC est droit

Prof. Turing > :)

Eleve > Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit

Prof. Turing > :)

Prof. Turing > Quelles affirmations sont nécessaires pour déduire la conclusion : L'angle A:BAC est droit, à l'aide de la justification : Un triangle rectangle est un triangle ayant un angle droit?

Prof. Turing > Que peux-tu déduire concernant la nature du triangle T:ABO?

Eleve > T:ABC est un triangle rectangle

Prof. Turing > :) Je pense avoir reconnu ta stratégie, tu peux maintenant consulter l'onglet rédaction.

Utiliser l'onglet "Phrases" pour sélectionner une proposition

Soumettre

geogebraTUTOR

Under the tab «Rédaction»

Related systems

- First generation
 - Angle (Koedinger & Anderson, 1990) [proof]
 - Géométrix (<http://geometrix.free.fr/> par Jacques Gressier) [construction]
 - Geometry Proofs Tutor (Anderson, Boyle, & Yost, 1986) [proof]
 - Tigre-Mentoniezh (Py, 1996) [proof]

Related systems

- Second generation
 - **Advanced Geometry Tutor** (Matsuda & VanLehn, 2005) [proof]
 - **AgentGeom** (Cobo, Fortuny, Puertas & Richard, 2007) [construction]
 - **Andes Physics Tutor** (Vanlehn et al. 2005) [some problem are premodeled in geometry]
 - **Baghera** (Laboratoire Leibniz, 2003) [proof]
 - **Cabri-Euclide** (Luengo, 2005) [proof]
 - **Geometry Explanation Tutor** (Aleven & al., 2002) [proof]
 - **Turing** (Richard & Fortuny, 2007) [proof]

An emergent study

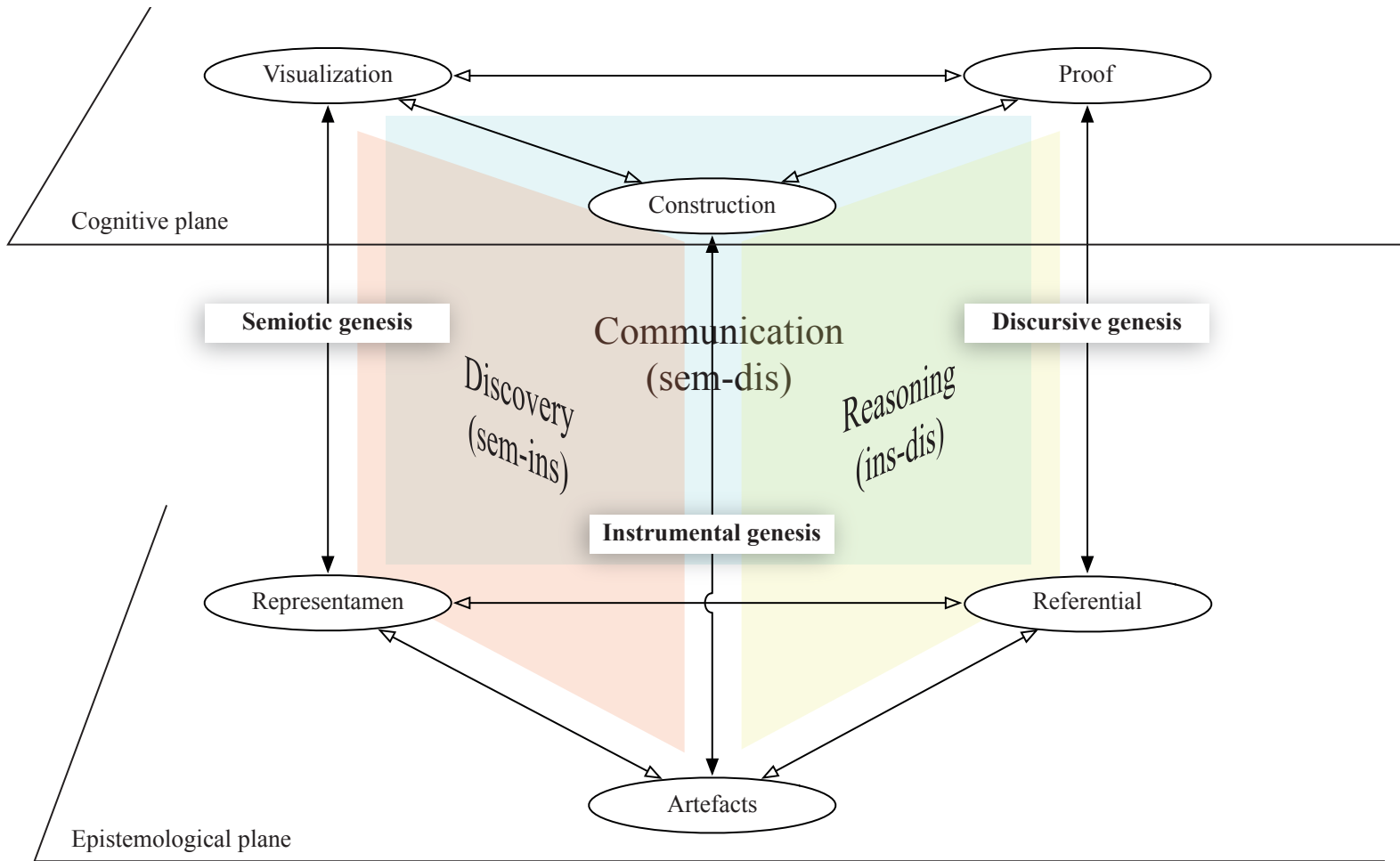
- 16-17 years (high school) regular classes
- Problems of proof (textual statement)
- Qualitative analysis from the interactions of a sample (Laura, Oriol, ...)

Some theoretical references

- Didactic and a-didactic interactions (partly based in the background on the Theory of Didactical Situations (TSD) from Guy Brousseau, 1998)
 - Didactic (when the tutor seeks to change the system of knowledge of the learner)
 - The theory of instrumental orchestration (Luc Trouche and Paul Drijvers, 2014)
 - Main roles of the teacher (devolution and institutionalization in TSD)

Some theoretical references

- Didactic and a-didactic interactions (partly based in the background on the Theory of Didactical Situations (TSD) from Guy Brousseau, 1998)
- A-didactic (mathematical word of the student-milieu system)
- The Mathematical Working Space (Alain Kuzniak and Philippe R. Richard, 2014)
- The cK ϵ model to reason on learners' conceptions (Nicolas Balacheff, 2013)



Mathematical Working Space

RELIME (2014)

Preliminary results

(effects using the tutorial system)

- First meaningful clues
 - During the construction of the figure, the student adds auxiliary « figural propositions » (elements of figures with a complete meaning), whereafter, he reuses these in his process of proof
 - In addition to translating the figural signs in verbal signs, students need to translate discursively reasoning conveyed by the figures (presence of figural inferences)

Challenges ahead

- Integrating tutorial support offered (independently) by proof and construction modules
- When a student is blocked, it must be determined during what genesis (semiotics, instrumental or discursive) it happens
- We must better understand the combined effect of the tutorial system on all processes (ex. semiotic, cognitive, of discovery, of conviction, of validation, of modeling, dialectical)

In the proceedings

0. Introduction

1. Theoretical Framework

1.1 Argumentative Competence and MLO's Notion

1.2 Intelligent Tutorial Systems

1.3 Instrumental Characterization and Human-Artificial Orchestration

2. Method

2.1 Design and Data

2.2 Analysis

3. Results and Discussion

3.1 Thinking Strategies Analysis

3.2 Figural Inference

3.3 From Empirical to Deductive Argumentation

3.4 Tutor-Teacher-Student Interactions

4. Conclusion

∞. References

Argumentative Effects of a Geometric Construction Tutorial System in Solving Problems of Proof

Juan J. Paneque

*Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals,
Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain*
e-mail: juanjo.paneque@gmail.com

Pedro Cobo

*Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals,
Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain*
e-mail: cobolozano@gmail.com

Josep M. Fortuny

*Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals,
Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, Spain*
e-mail: JosepMaria.Fortuny@uab.cat

Philippe R. Richard

Département de didactique, Université de Montréal, Montréal, Canada
e-mail: philippe.r.richard@umontreal.ca

Abstract This case study aims to understand how an intelligent tutorial system, geogebraTUTOR, contributes to the students argumentative processes. Data consisted of four geometrical problems proposed to a group of students aged 16-17. Qualitative analysis of one selected case led to the identification of the development of argumentative competences by the students, as well as the level of influence produced to them. As regards the influence of geogebraTUTOR on the students, the study revealed that the interactions of tutor-teacher-student produced a significant number of mathematical learning opportunities of 'thinking strategically' type; establishing figural inference conjectures and fostering the transition from empirical to deductive argumentations.

Keywords Intelligent tutorial system; geogebraTUTOR, Mathematical learning opportunities; Argumentative competence; Geometry problem solving; Mathematical proof



Conference on Intelligent Computer Mathematics

CICM 2015

July 13-17, 2015

Washington DC, USA

Gràcies ! - Thank you !

Juan J. Paneque	Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals Universitat Autònoma de Barcelona - Spain
Pedro Cobo	
Josep Maria Fortuny	
Philippe R. Richard	Département de didactique Université de Montréal - Canada