

ROBOT AS EDUCATIONAL TOOL TO PROMOTE SCIENTIFIC REASONING

Franco Passalacqua

**RobotiCSS Lab - Department of Human Sciences for Education
Faculty of Education - University of Milan Bicocca**

Educational robotics at the University Bicocca: projects; training; research

Design and drive educational robotics activities at primary and secondary school

Design and drive trainings for school teachers

Research topics

- Promoting soft and hard skills
- Teaching style in driving robotics activities
- Assessment of learning outcomes

Why bringing children and robots together?

- **Children's motivational cognitive engagement:** robot as «object-to-thing» (Papert, 1980).
- Enhancing **cooperative learning** process (Benitti, 2012)
- Promoting **soft skills** development: autonomy and self-regulation; team work capacities; problem solving abilities (Jung, Won, 2018)
- Promoting **scientific reasoning** capacities (Datteri, Zecca, Bozzi, 2015).
- **Reduced time** in conducting activities and observing data

**Great educational potential – for
students and teacher – to
promote complex learning
(scientific reasoning) and soft
skills (problem solving)**

**So, how to use
robots in order to
promote and
assess scientific
reasoning?**

Robotic laboratories at Explora: Learning assessment

Participatory approach to evaluation (Bezzi, 2010)

- Major goal is to promote a shared analysis and a community change
- Engagement of different players in the research: conductors and designers teachers, students

Video-observation of laboratories

- Laboratories aimed for 7 and 11 years old children: beebots and Lego Lego Mindstorms

Conversations with students

- Conversations post the robotic activities to assess learning

Assessment from students' point of view:

**Do students think they
developed scientific
reasoning capacities?**


Scientific reasoning capacities

Zimmerman, 2007

- Hypothesis generation
- Experimental design
- Evidence evaluation
- Drawing inferences

Gopnik, 2012

- Observation
- Formulation of explanatory hypotheses
- Testing of these hypotheses
- Revision of hypotheses in light of the observed results



**Skills involved in differentiating and
coordinating theory and evidence
(Kuhn, 2002)**

Conversational analysis: Students' view on assessment

Building declarative and procedural knowledge

- Conceptual reconstruction (= conceptual change) of the idea of robot e coding (programming)
- Knowledge of programming language

Scientific reasoning capacities

- Capacity to elaborate alternative strategies of resolution
- Capacity to evaluate alternative strategies of resolution
- Capacity to understand the learning function of error

Capacity to understand the learning function of error

Conduttore: come hanno lavorato i diversi gruppi in cui eravamo divisi?

Bambino 1: ognuno di noi ha fatto in un modo diverso

Bambino 2: ogni gruppo ha una mentalità, la mentalità loro è più da 1

Conduttore: mi spieghi cosa vuol dire “la sua mentalità è più da 1?”

Bambino 2: perché a loro veniva più facile farlo con 1 blocco

Bambino 3: io non capivo troppo con 4 blocchi, con 1 è più facile

Conduttore: in che senso più facile, puoi farmi un esempio?

Bambino 3: sì, se dovevi farlo con 4 blocchi, 1 avanti, 1 gira a destra, l'altro blocco va avanti e poi ancora avanti; con un blocco solo mettevi solo i gradi e la velocità

Bambino 2: io non ci capivo molto con un blocco, preferivamo farne 3 piccoli perché capivi di più come mettere la velocità e i gradi.

Capacity to understand the learning function of error

Conduttore: in che senso dici che è diverso da scuola?

Studente A: **a scuola**, di solito, facciamo che stiamo facendo una divisione, quando dopo un po' la divisione non viene, la maestra, alla metà praticamente dei bambini, chiama un bambino alla lavagna e la fa, quindi **non è che puoi sempre sbagliare, cioè ricominciare**, ricominciare, dopo un po' bisogna passare al problema. Oppure **alcune volte la maestra ci dà il risultato e noi facciamo l'operazione e ci deve venire proprio quel risultato**

Conduttore: con il robot cosa succede?

Studente 2: **puoi provare a fare quello che vuoi**

Studente 3: però con il robot **capisci di più quello che hai sbagliato perché lo vedi**

Studente 2: **lo fai**

Studente 3: lo fai e se sbagli lo vedi proprio

Studente 1: **dai nostri sbagli possiamo imparare di più**

Studente 2: se una curva la vedi che non è arrivato a destinazione, e allora ci metti un secondo in più oppure lo fai girare di più

Conclusions

1. **Selecting learning outcomes:** what kind of scientific reasoning capacities do we want to promote?
2. **Assignment:** how to create challenging assignments in order to enhance students complex reasoning and scientific reasoning?
3. **Learning outcomes assessment:** how to observe students' thinking and in order to support and assess their learning?

REFERENCES

- Benitti F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers and Education*, 58(3), 978-988.
- Datteri E., & Zecca, L. (2016). The Game of Science: An Experiment in Synthetic Roboethology with Primary School Children. *IEEE robotics and automation magazine*, 23(2), 24-29.
- Datteri E., Bozzi G., Zecca L. (2015), “Il 'gioco dello scienziato' per l'apprendimento delle competenze scientifiche nella scuola primaria”, *Tecnologie Didattiche*, 23:3.
- Gopnik A. (2012). Scientific Thinking in Young Children: Theoretical Advances, Empirical Research, and Policy Implications. *Science*, 337(6102), 1623- 1627.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc..
- Jung, S. E., Won, E. S. (2018). Systematic Review of Research Trends in Robotics Education for Young Children. *Sustainability*, 10(4), 905.
- Zecca L. (2016). *Didattica laboratoriale e formazione. Bambini e insegnanti*, Milano, Franco Angeli.
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172-223.