

36 探究式学习 Inquiry Learning

吴忠良
2014年10月



Content Outline



1. 引言 Introduction
2. **科学推理**领域的心理学研究 Psychological Research on Scientific Reasoning
3. **脚手架**方面的教育研究 Educational Studies on Scaffolding
4. 探究式学习环境的**软件开发** Software Development of Inquiry Learning Environments
5. 总结 Conclusions



1. 引言 Introduction



“I hear and I forget. I see and I remember. I do and I understand.” ——Confucius

探究式学习

是科学教育的一种方法，它主张学习者积极参与真实的科学活动，从而培养他们对领域概念的充分理解和科学推理的技能。



1. 引言 Introduction



组织探究式学习的挑战

学校给学生布置的很多探究任务，并没有反映出真正的科学探究的核心特征。

解决方法

科学教师使用更多的真实探究任务，因为这些任务有复杂的基础模型，需要掌握更广泛的科学推理技能。但是，这会极大地增加学生的困难。



1. 引言 Introduction



学生参与探究学习的真正挑战：

学生们无法从数据中推出假设、设计令人信服的实验、系统地收集数据、处理异常数据。（ De Jong & Van Joolingen , 1998 ）

研究表明：

探究式学习的有效性依赖于对学习者的支持。



1. 引言 Introduction



(如果给予学习者良好的支持)，探究式学习方式与其他策略的对比：



self-explanation-based learning, **自我解释**是指学习者在学习或问题解决情境中把学习材料解释给自己,以此力图理解和掌握新知识的活动。自我解释包含了多种有效的认知与元认知学习策略,是学生自主学习的重要体现。——陆海东, 2008年。



1. 引言 Introduction



■ 如何为探究式学习提供支持

- 在开始自己的研究前，学生应掌握所有相关知识和技能（Kirschner, Sweller和Clark, 2006）
- 在学生探究的过程中，及时或根据学生需要提供这些知识同样有效(Hmelo-Silver, Golan Dunca和Chinn, 2007)。——脚手架（软件也可以提供脚手架功能）



Content Outline



1. 引言 Introduction
2. 科学推理领域的心理学研究 Psychological Research on Scientific Reasoning
3. 脚手架方面的教育研究 Educational Studies on Scaffolding
4. 探究式学习环境的软件开发 Software Development of Inquiry Learning Environments
5. 总结 Conclusions



2. 科学推理领域的心理学研究



Klahr (Klahr , 2000 ; Klahr和Dunbar , 1988) 的 “双重搜索的科学发现模型 (SDDS)” 中 , 将 “**假设生成**” 、 “**科学实验**” 及 “**证据评估**” 确立为科学探究的核心要素。

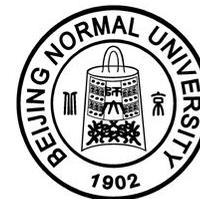
2.1 假设生成Hypothesis Generation

2.2 科学实验Experimentation

2.3 证据评估Evidence Evaluation



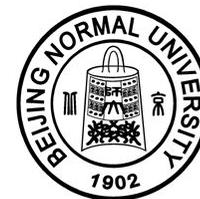
2.1 假设生成



- 假设表达了一个学生对他或她正在研究的现象所持的观点。
 - 假设的两个来源：
 - 先前知识
 - 由实验数据推理得来
- 而大学生通常会兼而有之 (Lazonder , Wilhelm和 Hagemans , 2008)



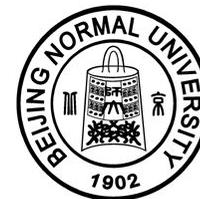
2.1 假设生成



- 生成假设、检验假设是成功的探究式学习的重要决定因素。
- 在不熟悉的领域，成人和学生都很难生成假设来指导他们的研究。新手们的假设仅仅基于猜想，而非依据模拟实验的结果。
- 儿童易于从先前知识中产生假设，不能从数据中产生与原有信念矛盾（但是正确）的假设。成年人相对容易一些。
- 似乎所有年龄段的学生都是用调查研究来论证他们的学科领域知识，而不是通过对启人深思的假设进行严格检验来寻求新的理解。——发现新知识、创新很难！
- 破解探究式学习的困境——脚手架

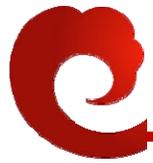


2.2 科学实验



- 实验的设计与实施是一项得到充分研究的科学推理技能。
 - 控制变量法control-of-variables strategy (CVS)
 - 主要用于修改与原有认识矛盾的假设
- 为学生提供设计实验的脚手架的方法
 - ① 对CVS的简要教授或演示
 - ② 给予学生一些提示或反馈





2.3 证据评估



- 证据评估包括从实验数据中归纳规律，从而生成、检验或完善假设。
- 这项能力发展至成熟阶段非常缓慢，也很困难。理论和证据之间的协调是主要的绊脚石（Kuhn, Amsel & O' Loughlin, 1988）。
 - 忽视或篡改异常数据
- 当遇到异常数据时，几乎所有年龄段的人都很不愿意改变他们的信念。
- 当缺乏先前知识或先验信念的时候，孩子们会**创造新的**（有时是非常不合理的）理论来理解数据（Amsel和Brock, 1996）。



2.3 证据评估



- 在解释之前，首先应该收集数据。这就需要熟练的观察技能，这就又需要**特定领域的知识**和一般领域所需的**感官知觉技能**这两方面的协调（Eberbach & Crowley，2009）。
- 证据评估可能是最关键但也是最难发展的技能。数据的观察和解释都需要额外的支持和指导。
- **错误的认识**就会妨碍观察和解释。**过程性支持**可以帮助克服这个问题，即通过指导或提示运用领域通用的策略和技术来处理数据。——脚手架



Content Outline



1. 引言 Introduction
2. 科学推理领域的心理学研究 Psychological Research on Scientific Reasoning
3. 脚手架方面的教育研究 Educational Studies on Scaffolding
4. 探究式学习环境的软件开发 Software Development of Inquiry Learning Environments
5. 总结 Conclusions



3. 脚手架方面的教育研究



- 3.1 生成假设的脚手架Scaffolds for Hypothesis Generation
- 3.2 用于科学实验的脚手架Scaffolds for Experimentation
- 3.3 用于证据评估的脚手架Scaffolds for Evidence Evaluation



3.1 生成假设的脚手架



- 科学推理研究认为，内容性支持（内容性支架）可能会辅助学生生成最初的假设。
 - Klahr等人（1993），为学生提供预先确定的假设，使其以此来启动他们的探索。但有人质疑该做法的效果。
 - Njoo和De Jong（1993a，1993b）用工作表取代了最初和随后的假设。取得了较好效果。
 - 在研究前、研究中为学生提供所需信息内容支持（内容支架），学生能学到更多。
- 然而，过程性脚手架尚未取得明显结论。





3.2 用于科学实验的脚手架



- Klahr和合作者们反复证明了与无指导的练习相比，**直接的CVS教学**（无论有还是没有练习机会）会产生更熟练的策略运用。
- 在培养学生实验技能方面，**直接CVS教学、实践经验和元策略**训练都能得到即时、持续的效果。这些干预措施的效果似乎取决于将CVS的组成和基本原理向学生进行明确说明的结果。



3.3 用于证据评估的脚手架



- Chinn和Malhotra (2002a) 研究了内容性支持和过程性支持对儿童处理数据的影响。结果显示，过程性支持普遍无效。
- Veermans , Van Joolingen和De Jong (2000 , 2006) 开发出了一种技术上更先进的过程性支持的形式。结果表明过程性支持无效。
- 对于增强学生观察和解释证据的能力，提供内容性支持似乎是更有效的选择。
 - 但是提供内容解释似乎违背了探究式学习的基本前提（Lazonder等人，2009），并且限制了其在增强学生评估证据的能力方面的潜力（Chinn和Malhotra，2002a）。所以，未来的研究应该探索新的方法，来为这项重要的科学推理技能提供脚手架。



Content Outline



1. 引言 Introduction
2. 科学推理领域的心理学研究 Psychological Research on Scientific Reasoning
3. 脚手架方面的教育研究 Educational Studies on Scaffolding
4. 探究式学习环境的软件开发 Software Development of Inquiry Learning Environments
5. 总结 Conclusions



4. 探究式学习环境的软件开发



脚手架是有效的，可以整合技术增强的探究环境中。

三种软件R&D项目在三个核心科学推理过程中帮助学生：

- 4.1 进化准备 Evolution Readiness
- 4.2 ASPIRE (The Astrophysics Science Project Integrating Research & Education)
- 4.3 你所创造的科学 Science Created by You



4.1 进化准备



- 由协和财团2008年发起的这个项目，目的是在小学引入进化的主题。
- 该项目创建一个基于网络的学习环境，包含十个在四年级课堂中进行测验的活动。这些活动包含**基于模拟的研究**，其中穿插有**教师的介绍**、课堂讨论及读/写任务。
- 学习环境中包含了帮助学生科学推理的软件脚手架。通过仔细的任务架构和内容性支持来帮助生成假设。



Activity 10: Experiment with Ecosystems

Language page 4

- The hawk population will decrease when there is no grass.
- The hawk population will stay the same when there is no grass.
- The hawk population will die when there is no grass.

1. Add grass, rabbits, and hawks to set up a balanced ecosystem.
2. Run the model. Watch the model and graph for a few seconds.
3. Remove the grass from the field using the button.
4. Try this experiment a few times.

Activity 6: The Virtual Ecosystem

Language page 3

Limited resources

Although you didn't see any rabbits fighting, they did have to compete for the same plants. When there is a limited number of plants for the rabbits to eat, not all rabbits will survive.

Number of plants

Time (s)	Number of plants
0	50
1	50
2	50
3	50
4	50
5	50
6	50
7	50
8	50
9	50
10	50
11	50
12	50
13	50
14	50
15	50
16	50
17	50
18	50
19	50
20	50
21	50
22	50
23	50
24	50
25	50
26	50
27	50
28	50
29	50
30	50

Incorrect

That's not correct. The number of plants stayed around 80.

OK

3. Look at the graph above.
 - The plant population increased.
 - The plant population decreased.
 - The plant population stayed about the same.
4. Look at the graph above. Between 10 and 30 seconds what happened to the plant population?
 - The plant population increased.
 - The plant population decreased.
 - The plant population stayed about the same.

Fig. 36.1 Scaffolds for experimentation (left image) and evidence evaluation (right image) in the Evolution Readiness environment (source: <http://er.concord.org>)

4.2 ASPIRE



- 天体物理学科学与工程整合教育与研究 (ASPIRE)
- 超过20种在线科学课程和实验室。如“运动中的气体粒子”实验室
 - 对*假设生成*的内容性支持——激发先前知识
 - 对*科学实验*的过程性支持
 - 对*证据评估*的支持

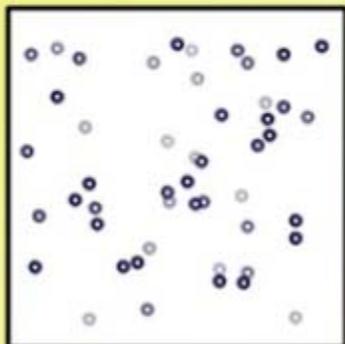


INTERACTIVE LAB

Click on and follow each instruction...

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

4. You should select six to eight different volumes before you change to a new temperature. Record the data you collect onto your own paper before choosing a new temperature. Selecting a new temperature will clear your data! You will need this data later in the lesson.



Volume
19.2 L

Pressure
7.31 mm Hg

223 K/-49 C

decrease

increase

temperature

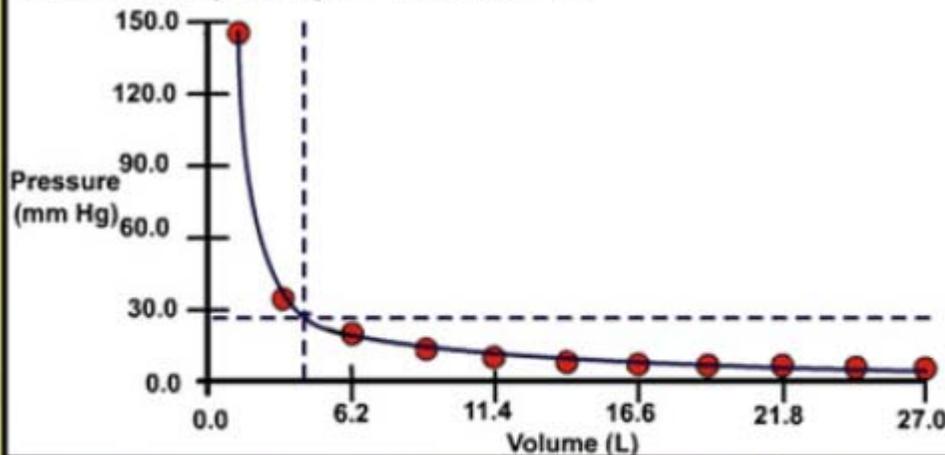
V(L) P(mm Hg)

	V(L)	P(mm Hg)
1.	27	5.13
2.	24.4	5.75
3.	21.8	6.44
4.	19.2	7.31
5.	16.6	8.25
6.	14.0	9.38
7.	11.4	10.65
8.	8.8	12.05
9.	6.2	13.55
10.	3.6	15.22

GRAPHING ACTIVITY

Graphing data is another way scientists (you) can analyze data collected from experiments. With your partner, learn how to create and interpolate a graph. Below is a tutorial to assist you.

Get value off y-axis, $y = 28$ when $x = 4.5$



Learn to Graph

Restart



MAIN



4.3 你所创造的科学



- 创设真实的学习体验（“任务”）
 - CO₂的排放、ECO系统、健康食品和DNA
- 脚手架的例子
 - 在一个20小时的单元中，高中生设计并研究出一个气候友好型的房子。（以CO₂排放任务为例证）



4.3 你所创造的科学



- **假设生成**受到过程和-content 脚手架的明确支持。学生的学习路径：
 - 构建一个初始知识库
 - 列出所有可能影响国内CO₂排放量的因素并进行排序
 - 决定哪个主题值得进一步研究
 - 建立假设，写在系统中（脚手架，可以提供指导）
 - 系统给出反馈，完善假设
- **科学实验**也受到了支持。



The screenshot shows a software window titled "Experimental procedure". On the left side, there is a help pane with the following text:

way that it is easy to understand. Tasks could be organized in steps and sub-steps.

The experimental procedure is executable.

- The chosen materials are accessible.
- The experiment can be executed in the amount of time available.
- Potential hazards are evaluated.

The experiment is consistent with your research questions and hypotheses.

- The variables described in the research question(s) correspond with the parameters that will be changed during the experiment, relevance

The experiment is consistent with the scientific method.

- Only one variable will be changed at a time.
- Errors of measurement are minimized, and sources of variance are controlled. The dispersion of the different values must be as narrow as possible.

The main window contains a toolbar with "Save" and "Save as" buttons, and a list of sections:

- Hypothesis**: The more ventilation, the greater the heat loss.
- Principle of the manipulation**: Use the 'house simulation', Choose ventilation system with heat exchanger, Incrementally increase ventilation by 10 m3 h, Observe house heat loss coefficient.
- Comments**: (Empty text box)
- Material**
- Manipulation and data treatment**
- Ventilation 0 m3 h**

36.3 SCY-Lab's experimental planning tool with associated help file



4.3 你所创造的科学



- **证据评估**的脚手架为数据解释提供了过程性支持。
- 包含通过帮助文件传播的通用性指南。
- 指南包括记录和组织大量数据的建议
 - （例如，在表格中保存原始数据、将重要的数据放在图中、计算方法 and 标准差），以及将实验结果与假设进行比较。



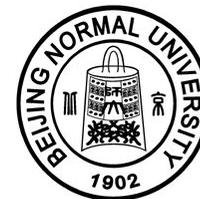
Content Outline



1. 引言 Introduction
2. 科学推理领域的心理学研究 Psychological Research on Scientific Reasoning
3. 脚手架方面的教育研究 Educational Studies on Scaffolding
4. 探究式学习环境的软件开发 Software Development of Inquiry Learning Environments
5. 总结 Conclusions



5. 总结 Conclusions



- 心理学和教育学研究如何促进探究式学习环境的设计
- 实验脚手架需要与不同年龄段的科学推理能力相协调
- 随着年龄增长，学生实验的复杂度也在增长：
 - 年幼的孩子会得到明确的指导，来操作一个二元的变量
 - 而在SCY实验室中的高中生会得到的一些通用性的指导，这些指导帮助学生如何用一些连续性变量来设置一系列实验
 - SCY中的软件代理通过软件工具，用一种很有前景且具有创新性的方法来提供自适性的反馈
- 局限：只关注了科学推理，应考虑更广泛的科学实践
- 困惑：为什么过程性支持效果不明显





请指正!

