



与小学科学教育融合的STEM 课例的开发与实践

叶兆宁 冯凌
东南大学学习科学研究中心
南京市玄武区教师发展中心
2015年6月

全国“做中学”第一批实验区



全国“关于儿童科学概念学习进程”课题研究



科学教育
理念

学校支持

优秀的
实验教师

课程开发
能力

科学与工程实践
Science and Engineering Practices

跨学科概念
Crosscutting Concepts



学科的核心概念
Core Ideas in disciplines

STEM简史

Scientific literacy 三大领域：
科学素养 生命与卫生科学、地球与环境科学、技术科学。



Technological literacy
技术素养



知道如何使用技术，
了解技术的发展过程，
具备分析新技术如何影响自己、
国家乃至世界的能力。

什么是
STEM

Engineering literacy
工程素养



把科学与数学原理系统地、
创造性地用于实践的结果。

Mathematical literacy
数学素养



学生在发现、表达、解释
和解决多种情境下的数学
问题时进行分析、推断和
有效交流的能力。

我们的做法：

1. 选择合适的试点学校



我们的做法：

2. 组建合适的实验队伍

专家



我们的做法：

2. 组建合适的实验队伍

骨干教师



我们的做法：

2. 组建合适的实验队伍

志愿者

东南大学自动化学院
教师



我们的做法：

3. 学习相关的内容



我们的做法：

3. 学习相关的内容



- ♣ 如何将零散的活动变为原创的课程？
- ♣ 如何在学习和借鉴的基础上创新？
- ♣ 如何在开发的过程中不断改进？

Science **T**echnology **E**ngineering **M**athematics

我们的做法：

4. 进行了一点尝试



《我的乐器》



《做弹球》



图 1 做弹球的教学流程图

饱和的硼砂溶液
含有聚乙烯醇的胶水





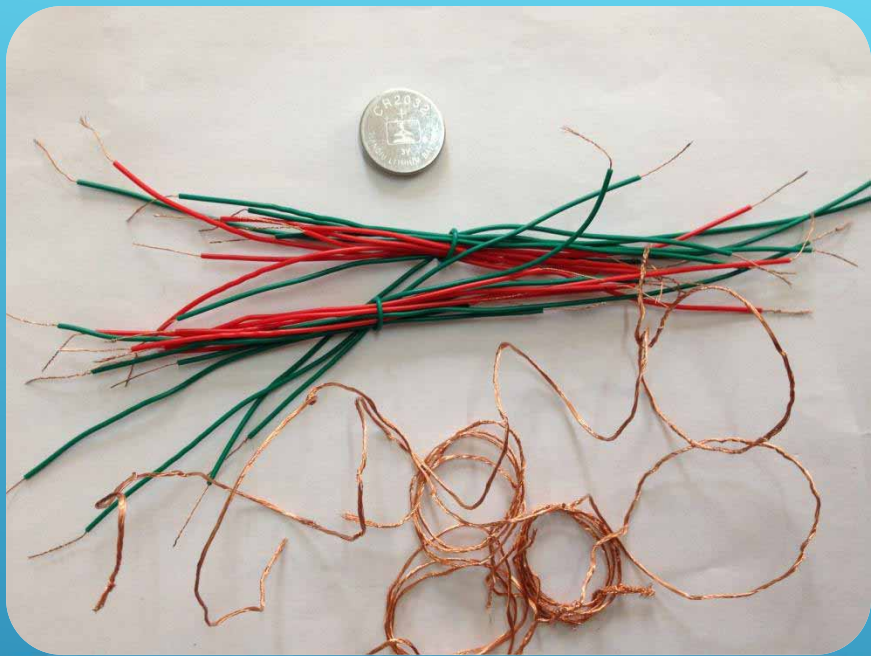
	胶水量 用量	硼砂 用量	弹跳 高度		胶水量 用量	硼砂 用量	弹跳 高度
试做	10	20	35	试做	10	10	40
1次	10	8	30	1次	0	5	30
2次	10	9	35 40	2次	10	8	40
3次	10	12		3次	10	9	45
				4次	10	15	

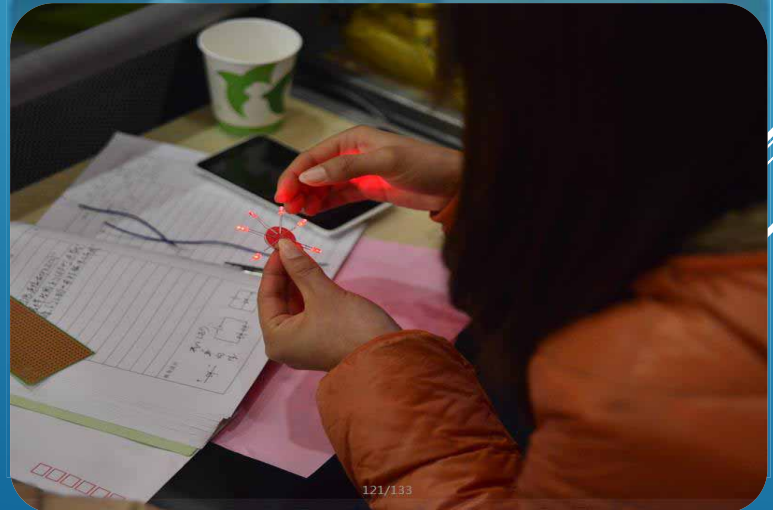
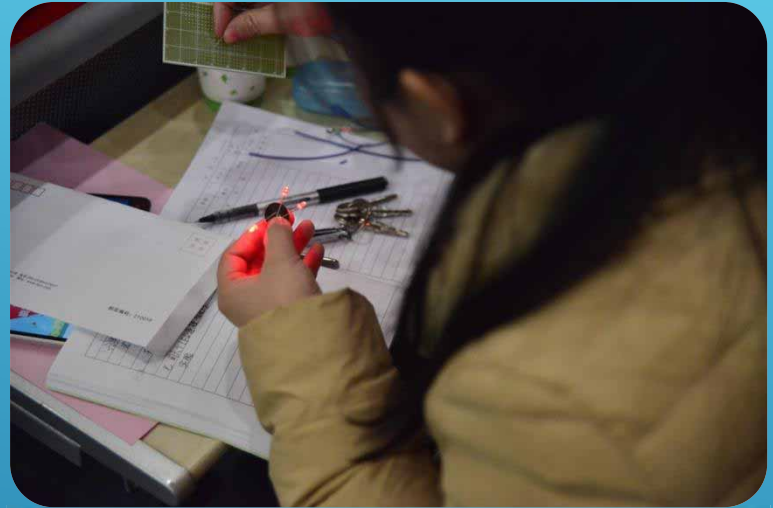
	胶水量 用量	硼砂 用量	弹跳 高度		胶水量 用量	硼砂 用量	弹跳 高度
试做	10	20	35	试做	0	20	35
1次	10	8	30	1次	5	20	35
2次	10	13	35	2次	10	8	35
3次	10	15		3次	10	5	

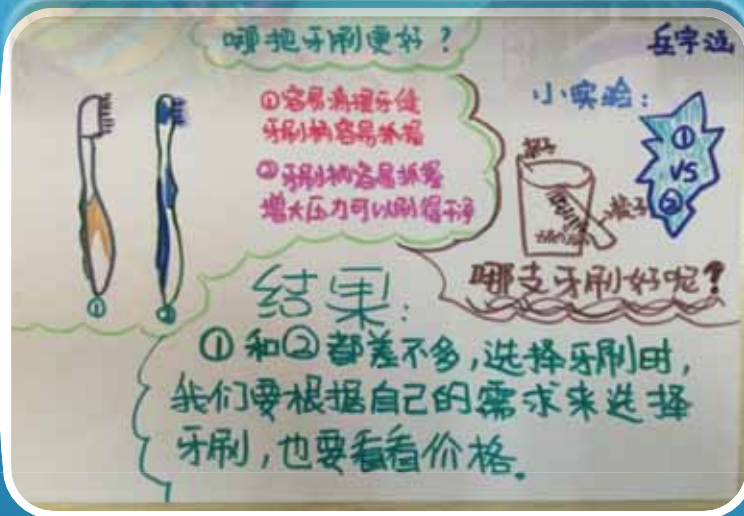
已发表在《中国科技教育》

《我的LED》







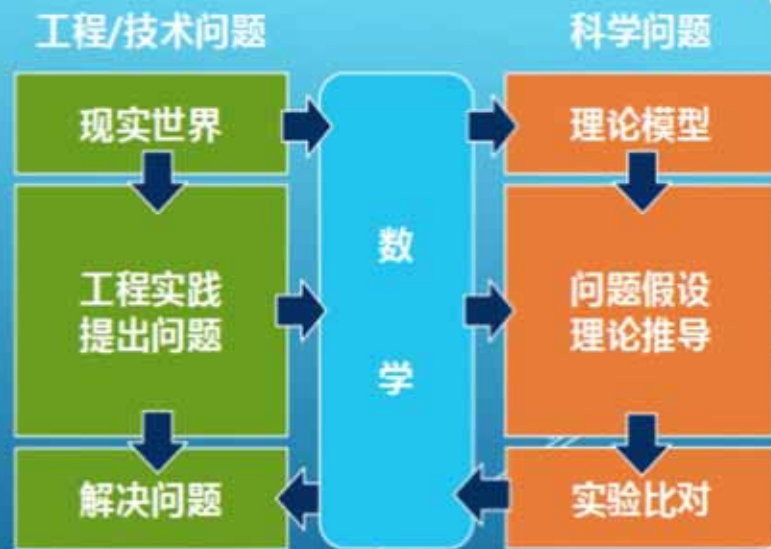


《我的牙刷》

已发表在《中国科技教育》

STEM

科学：WHY 探索世界
技术：HOW 改造世界
工程：WHAT 创造世界
数学：模型、理论基础、验证手段



一个STEM课堂的特点

在复杂的学习情境中强调
学生的设计能力与问题解决能力

一个STEM课堂

教师提出一个问题，
让学生组成一个班级范围的探究小组开展研究，
学生要善于使用技术搜集、分析数据，
并设计、测试和改进一个解决方案，
并与同伴交流研究成果。

接下来：



在少年宫建立
“儿童活动坊”
“教师工作坊”

STEM教育在中国开展的模式

▶课内：
与科学、劳技、信息、校本课程
进行整合。

▶课外：
以STEM为主题的科学、工程和技术
类培训和少儿科技活动。如机器人
、三模、科技创新比赛、科学类教
育培训等。

课内外STEM课程的不同

	课内	课外
授课对象	<ul style="list-style-type: none">• 面向全体学生	<ul style="list-style-type: none">• 面向部分感兴趣的学生
课程形式	<ul style="list-style-type: none">• 没有正式的STEM课程，教学模式与具体课程有关	<ul style="list-style-type: none">• 有专门开发的课程，“动手做”是主要教学模式
课程内容	<ul style="list-style-type: none">• 嵌入具体课程中，没有完整的体系化内容	<ul style="list-style-type: none">• 在具体主题下有较完整的体系，整体结构有侧重
课程资源	<ul style="list-style-type: none">• 较缺乏	<ul style="list-style-type: none">• 有配套的资源，费用较高
教师队伍	<ul style="list-style-type: none">• 由科学、科技辅导员、信息教师担任	<ul style="list-style-type: none">• 配有较专业的教师

课内STEM教育与课外同样重要，课内更需要关注和研究。

STEM教育的教学模式——“集成式STEM”

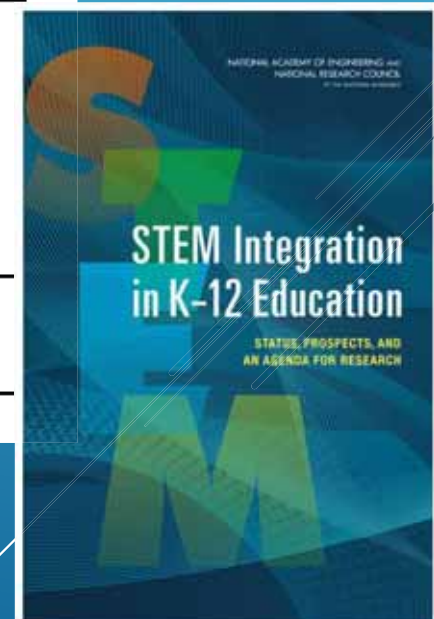
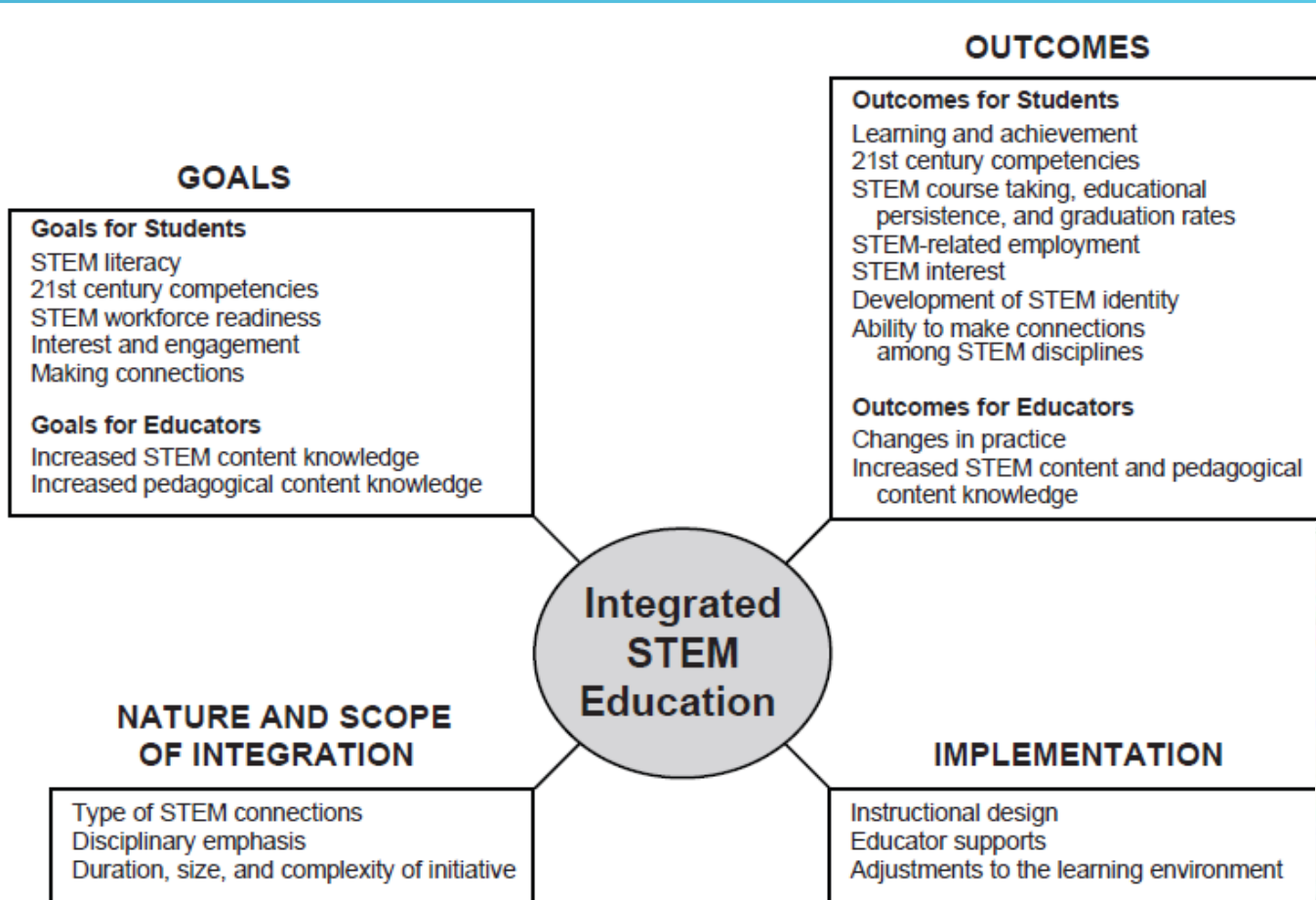
- ▶ 如何开展STEM教育是比较为什么需要STEM教育更切合实际的问题。
- ▶ “集成式STEM”（Integrated STEM）的概念随着STEM教育的发展逐渐明晰，它强调四个领域之间的关联；

集成的方式并不是简单地将其拼凑在一起，而是有目的、有方法、有系统的组合。科学与工程问题往往是课程的主要线索，通过其创造一个多维的空间，从而为学生提供一系列具有一定程度的关联性的学习经历。



理解这种趋势对未来教与学的影响，我们需要更重视STEM教育的融合统整，而不是只关注单一领域的学习。

集成式STEM的框架



比单一学科更深入的教育目标

连接STEM学科的能力

识别和运用一些在不同学科领域中具有不同涵义和用处的概念

使用不同学科的知识参与到STEM的实践中

通过在两个或更多学科间实践的连接来解决一个问题或完成一个项目

当一个概念或实践以综合的方式展现时，应能够识别（其中各个领域的内容）

利用学科知识来支持关联的学习经验，并知道该何时使用

GOALS

Goals for Students

STEM literacy
21st century competencies
STEM workforce readiness
Interest and engagement
Making connections

Goals for Educators

Increased STEM content knowledge
Increased pedagogical content knowledge

目标

【学生】

- STEM素养
- 21世纪技能
- STEM的工作愿景
- 兴趣和参与性
- 连接STEM学科的能力

【教育者】

- 增加STEM的内容知识
- 增加教育教学知识

更注重“实践”的教学模式

- ▶ 与传统教学不同，“集成式STEM”的教学方式更强调以学生为中心、强调学习经历和结果的开放性（open ended）
- ▶ 使用多种方式的基于问题、基于设计和基于项目的学习

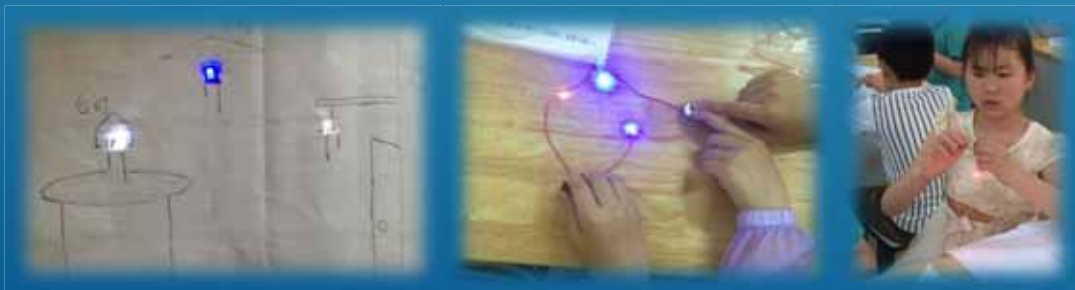
基于问题和设计的STEM 案例——我的LED

对象：4年级学生

任务：为点亮房屋设计电路

授课课时：4

实验学生：96人



对学生解决问题能力的评测



前测：

王同学正在家里写作业，突然台灯灭了，请你帮他分析一下可能的原因，想想解决的办法，有多少写多少。

分析1：提出原因的数量和种类

分析2：可行的解决方法数量

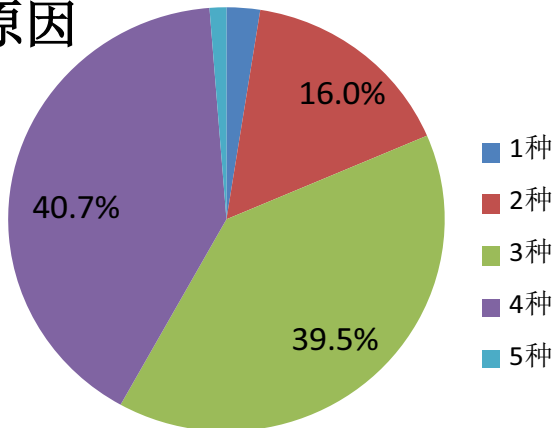
插头松了
重插插头

灯泡坏了
换灯泡

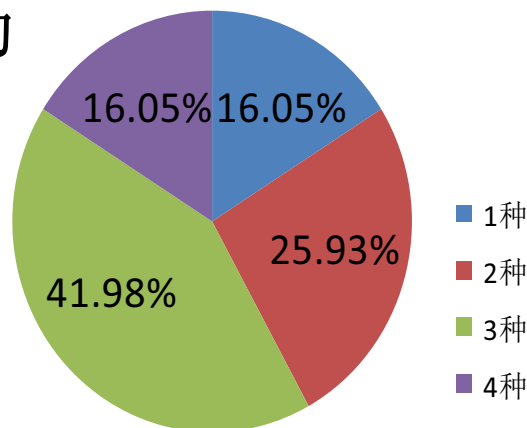
停电了
交电费

.....

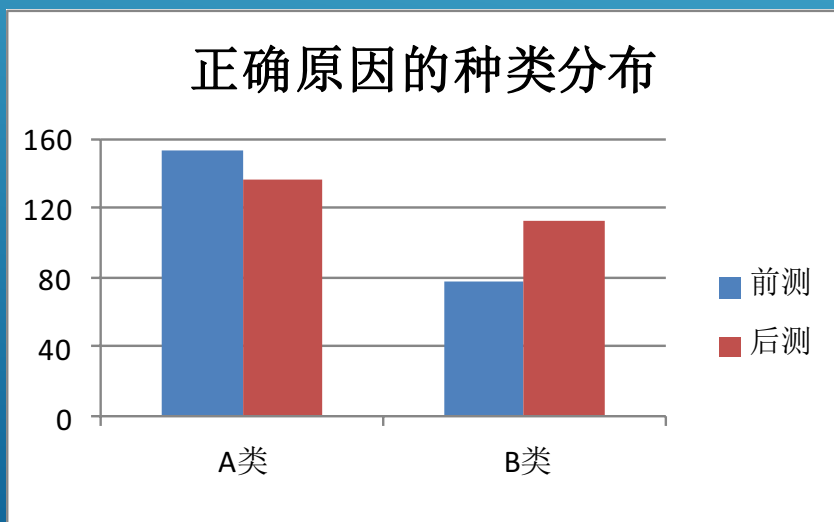
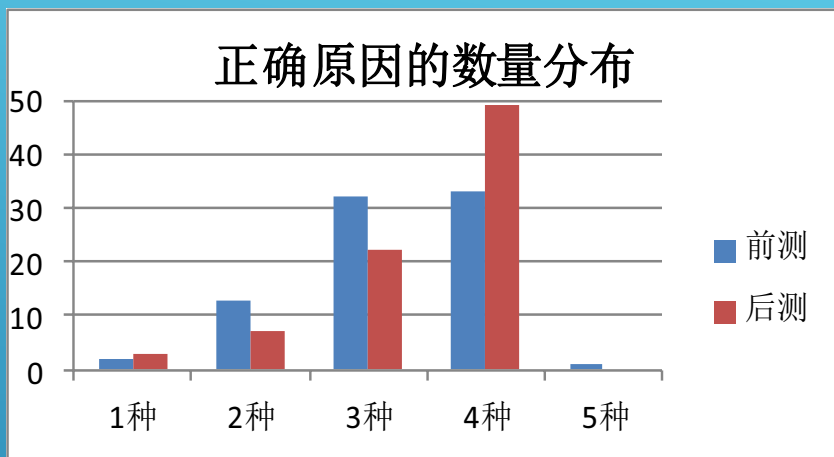
正确分析原因



提出可行的
解决办法



分析原因

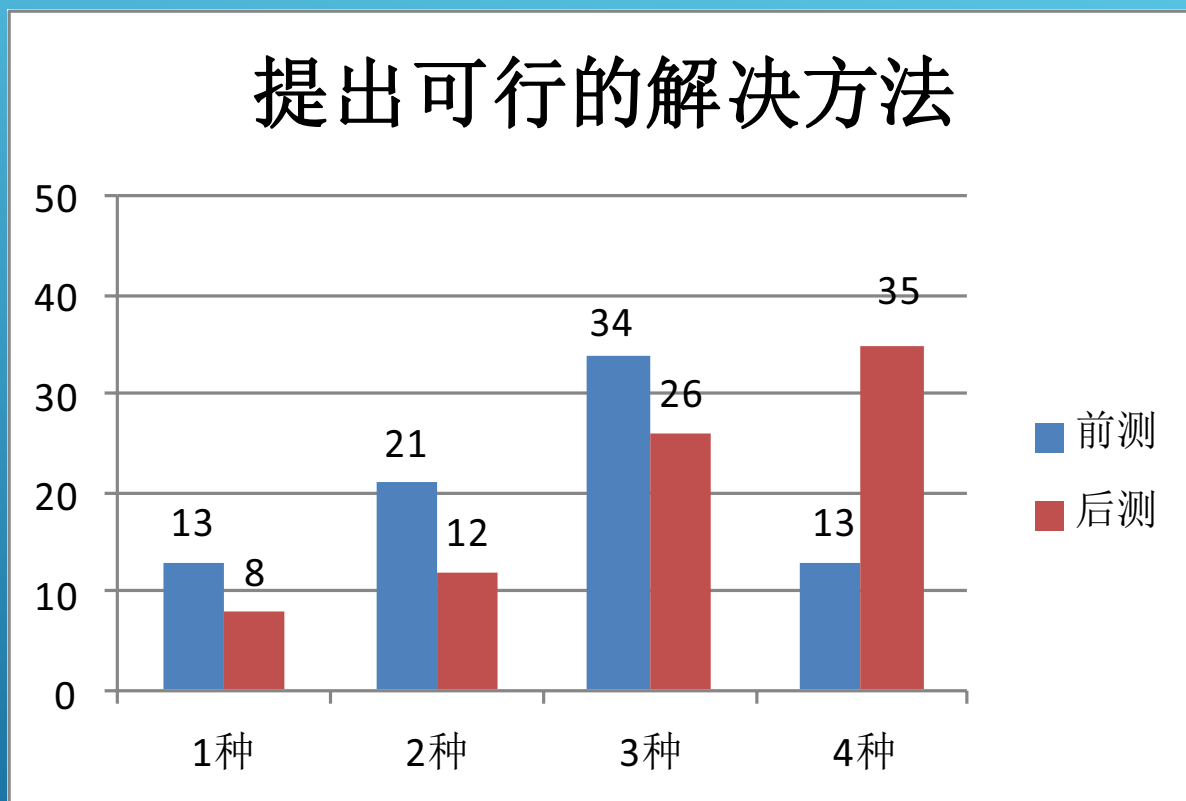


- 按答对原因的数量对学生人数进行统计，发现学生在前后测的1-5种正确答案分布上差异不显著，即学生在正确原因的“量”上没有显著差异。

- 对正确的原因进行水平分析：
A类（运用常识）：停电、跳闸、插头没插紧、台灯坏了。
B类（运用电学知识）：电线断了、灯泡烧坏、电池没电、短路、开关断开。

对AB两类的选择人次进行卡方检验，结果显示：前后测在正确原因的“质”上有显著差异（ $X^2=6.813$ ， $p=0.009$ ）。

解决方法



在提出可行的解决方法上，前后测在种类分布上有显著差异 ($X^2=14.795$, $p=0.002$) 后测时，学生提出3-4种方法的人数更多。

对小学科学教育融合STEM的思考

- 关注k-6阶段STEM教育与科学教育的结合是科学教育的发展趋势
- 综合与集成是STEM教育的核心，需要明确课程具体的教学目标
- 考虑儿童学习的持续性和进程，结合科学课程合理设计学习内容和要求
- 实践是STEM教育的主要学习途径，需要关注实践与探究、与设计关联
- 教师的专业素质与支持团队对STEM教育有不可忽视的影响

谢谢聆听！



汉博·科学教育



Beesbaby