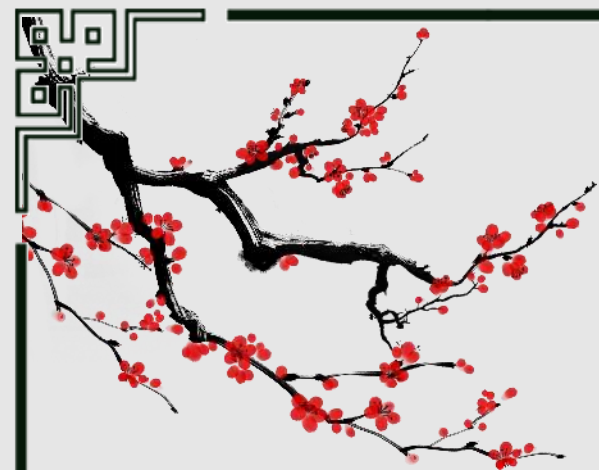




小学科学实验教学中 “思维可视化”的探索与研究



武进区李公朴小学 恽亚杰

2024. 5. 29



小学科学教学中学生思维可视化的研究：

即在科学活动中通过个体活动培养学生善于运用形象、符号、动作等多种手段、界面直观、深入浅出地表现自己思维的过程。与研究性学习有机结合，使小学生把“搞研究”作为一种乐趣和展示自己的手段，进而提高自己的创新意识和操作水平，实现科学活动中的学生高级智慧的培养与发展。



小学生思维的特点：



1. 儿童思维具有具体形象性：

由于儿童接触的事物和知识水平都极为有限，所以他们的思维只能处于具体形象思维为主的阶段。虽然随着年龄的增长，他们的思维会逐步由具体形象性向逻辑性、抽象性发展，但他们在思维方面，很大程度上仍然具有一定的形象性。

2. 儿童思维还缺乏批判性：

由于小学生对事物的认识还处于启蒙、幼稚阶段，所以决定了他们的思维缺乏批判性。常常不能根据事物、情况的变化而改变，盲目信任老师。

3. 儿童思维具有发展性：

儿童在小学学习的时间较长，随着年龄和知识的增长，思维能力也慢慢有具体形象性向抽象性转化和发展。

思维可视化是一种学习方法，深度学习是一种学习状态。

深度学习中的学生在教学活动中心智处于正向深度卷入的状态，在这种状态中，学生既能够完成学科知识的系统建构，还可以获得心智的良好发展。纵观深度学习，思维是必要条件，是深度学习的着力点，在实际教学中，我们致力于探寻一种帮助学生自主建构深度学习的最优（省力且持续有效）策略，而思维可视化是一种优质的深度学习的杠杆解，它可以撬动学生的主动建构的良性增强运转。





一、点击现象：辨析“浅层学习”和“深度学习”

二、链接解读：科学思维是深度学习的着力点

三、搜索策略：思维可视化是深度学习的杠杆解



一、点击现象：辨析“浅层学习”和“深度学习”

我们主要通过下面2个案例来辨析“浅层学习”和“深度学习”：

“浅层学习”案例

《把液体倒进水里》

↓
实验一：把蜂蜜、油分别
倒入水中

↓
预测、设计、实验、提问、回答

↓
实验二：把油和蜂蜜按照不同的
顺序倒在同一杯水里

↓
预测、设计、实验、提问、回答

↓
辨析（最重要的环节）

“深度学习”案例

《探秘沉浮》

↓
实验一：观察物体放入水中的
三种沉浮状态

↓
预测、实验、介绍

↓
实验二：实验证明“同体积的液体
之间的质量与沉浮的关系”

↓
实验、检测、预测、归纳、推断

↓
辨析（最重要的环节）

案例一 《把液体倒进水里》 浅层学习 —— 教学片段

实验一：把蜂蜜、油分别倒入水中

1. 学生预测：把油、蜂蜜分别倒入水里，可能会出现什么现象？
2. 老师出示实验要求，学生分组实验。
3. 学生汇报：把油倒入水里，油浮在水面上；把蜂蜜倒入水中，蜂蜜沉在水底。
4. 老师提问：为什么油会浮在水面上，蜂蜜会沉在水底呢？
5. 学生回答：因为油比水轻，蜂蜜比水重。（学生前概念中认为“轻的物体会浮，重的物体会沉。”）

实验二：把油和蜂蜜按照不同的顺序倒在同一杯水里

1. 学生预测：把油、蜂蜜倒入同一杯水里，可能会出现什么现象？
2. 设计方案：列出油、蜂蜜、水三者不同的倒入顺序。
3. 分组实验，汇报：油在最上面，中间是水，底部是蜂蜜。
4. 老师提问：为什么总是油浮在水面上，水在中间，蜂蜜沉在水底呢？
5. 学生回答：因为油比水轻，蜂蜜比水重。

案例一 《把液体倒进水里》浅层学习 —— 辨 析

【辨析】：

上述案例中，学生按照教学流程，进行着验证性实验，学生的预测结果只有两种，要么是沉，要么是浮，没有预测的思维含量（僵化）；学生自身不用思考实验设计，按照流程，进行了机械化的操作：把液体倒进水里（被动）；学生按照自己的原有认知进行了沉浮现象的解释，没有科学的严谨性，学生看到的现象和自己的预测一致后，没有对现象进行深入思考，没有追根究底的探索现象背后的本质和规律（肤浅）。

综上所述，学生一直处在浅层学习状态，这个科学活动属于浅层学习。浅层学习是一种低效、无效和负效的学习方式，学生长期处于这种学习状态下，学生在知识建构上，只能获得浅显知识，发现不了本质规律，在思维发展上，学生思维缺乏深度、广度、精度、清晰度和灵活度，在人格发展上，学生容易产生枯燥感，失去活动本身的价值感。

案例二 《探秘沉浮》深度学习 —— 教学片段

实验一：观察物体放入水中的三种沉浮状态

1. 学生预测：这是三个大小尺寸相同的乒乓球，放入水中，会怎样么？
2. 学生演示实验，语言描述沉浮状态，板贴沉浮状态。
3. 老师介绍三种沉浮状态的专业术语：漂浮、悬浮、下沉。

实验二：实验证明“同体积的液体之间的质量与沉浮的关系”

1. 分组实验观察小组内球的沉浮情况：学生把三个球依次放入水中，仔细观察三个球在水中的沉浮，
2. 根据沉浮情况，对同体积液体质量和水质量，进行检测。

问题聚焦：为什么三种液体在水中的沉浮情况不同？

3. 学生分组预测，聚焦预测的内容：沉浮与液体的质量有关。
4. 根据预测推断：为什么一号液体是漂浮的？二号液体是悬浮的？三号液体是下沉的？

学生表述自己的预测，设计实验方案。

5. 学生实验：相同体积的液体，称质量。



案例二 《探秘沉浮》深度学习 —— 归纳推断

归纳：沉浮与物体质量之间的关系

解释：体积相同的情况下，一号液体的质量比水的质量小，漂浮的；二号液体的质量和水的质量相同，是悬浮；三号液体的质量比水的质量大，是下沉。

推断：同种液体在同种液体中是悬浮的

1. 提问：如果这三种液体中，有一种液体是水，应该是哪个？为什么？
 2. 小结：同种液体在同种液体中是悬浮的。
 3. 提问：如果把这三种液体放入油中、洗手液中，会怎样呢？
 4. 师生演示实验，观察现象。
 5. 告诉大家，如果有一种液体是油，是几号液体？如果有一种液体是洗手液，是几号液体？
- 学生回答，并解释原因：同种液体在同种液体中是悬浮的。



案例二 《探秘沉浮》深度学习 —— 辨 析

【辨析】：

上述案例中，学生的预测能和实验现象产生很大的反差，激发学生的探究欲（主动）；学生能聚焦关键性问题，展开有思维含量的设计，并进行推断验证，交流自己的想法，主动建构关于沉浮的概念（系统）；学生能运动自主建构的概念，反向推断，解决问题（灵活）。

综上所述，学生在教学活动中心智处于正向深度卷入状态，在这种状态中，学生既能够完成学科知识的系统性建构，又可以获得心智的良好发展。深度学习中的学生，能以高能思维的提升及现实问题的解决为目的，以统整交联的学科内容为基础，带着批判性的思维全身心投入新知识与新技能的学习，并将之纳入原有的知识图式中，而且可以将已纳入的知识运用到新情境中，提升自身解决复杂问题能力的一种学习状态。

二、链接解读：科学思维是深度学习的着力点

科学思维是人类长期实践活动中形成的一种有价值的思维。

在科学思维的帮助下，我们能够很清楚地透过现象找到事物的本质属性。

在实际小学科学教学中的经历怎样的过程呢？

提出问题→作出假设→寻找证据→得出结论→解释运用

在这个过程中，教师要充分发挥学生的科学思维，引领学生展开思维的较量，使学生更好地感知信息的价值，加深对问题的理解。对于小学生来说，拥有了科学思维，并能在学习和生活中根据思维要求加以运用，才能提升学习力，在成长和发展中实现自身价值。

二、链接解读：科学思维是深度学习的着力点

在深度学习过程中，只有让科学思维参与归纳和演绎、分析与综合、抽象与具体，深度学习才实现了本真的意义，这也是每位教师想要达到的最佳状态。

在上述两个案例中，我们明晰了“浅层学习”和“深度学习”的不同之处，也知道了科学思维和深度学习应同时贯穿于科学探究中，并呈现螺旋式向上发展的样态，使学生的科学思维深度促进学习的深度。

为此，我们有必要对“深度学习的发生”进行多维思考，让科学思维成为深度学习的着力点。

三、搜索策略：思维可视化是深度学习的杠杆解

我们要像科学家一样真刀实枪的搞科学，在经历科学探究的过程中，融合思维可视化的教学技能，根据各个环节的探究需求，采用各种呈现形式的思维可视化的方法，让学生在动手探究的同时，促进思维参与、引发思维碰撞、展现思维过程、还原思维路径，设计一条思维可视化的探究教学策略。

下面我将从以下两点具体讲讲思维可视化

1. 找准科学探究的起点：学生前概念可视化
2. 把握科学探究的节奏：学生思维发展可视化
3. 评测科学探究的效度：学生学习效果可视化



（一）找准科学探究的起点：学生前概念可视化

科学探究活动的起点：应以学生已有的认知结构为基础，通过“画一画”“想一想”“说一说”等方法能够把学生的前概念充分地展示出来。特别是当学生用图示的形式将隐形的思维呈现于记录纸上时，能帮助教师依照学生的认知需要和特征，有效引导学生主题探究活动更有针对性，让学生主动建构对科学概念的理解。

如教学《简单电路》前，让学生画出“用电池、导线点亮小灯泡”的方法，并想一想“为什么这样做小灯泡会亮”。我们发现，学生“单线连接”的思路比较普遍，大部分学生把电池和灯泡底部用“导线”连接，又或者不用“导线”直接把灯泡底部接在电池的正极。他们的解释是“这样连接起来电池里的电能就能输出给灯泡，灯泡自然就会亮了”。这就是现在的孩子关于电池点亮灯泡方法的“前概念”。

通过进一步访谈了解到，学生这样的认识源于对灯泡了解的局限，即对灯泡内部结构的不了解。因此在教学中，教师设计的探究活动的核心就是围绕认识灯泡的内部结构展开，即“灯泡灯丝的两端各连接一条金属架，它们一直往下延伸到了哪儿呢？”直面学生的前概念的根源问题。

（二）把握科学探究的节奏：学生思维发展可视化

借助关键问题、学生记录单，用图示、连线、填表等方法和技术将隐性的思维发展可视化，教师收集、分析学生在探究过程中的思维痕迹，推测他们的思维过程和思维状态，了解其思维变化特点，针对性地调整科学探究的节奏，促成学生向着积极的思维方向发展。

思维可视化主要通过以下几点展开：

1. 基于“关键问题”的思维可视化
2. 基于“主题探究”的思维可视化
3. 基于“数据分析”的思维可视化



1、基于“关键问题”的思维可视化

在探究“电磁铁磁性的强弱与哪些因素有关”时，学生讨论聚焦于铁芯的粗细、铁芯的长短、电池多少、线圈的多少等因素。接下来，教师通过下列关键问题的讨论，引导学生的“出声思维”可视化：

- ① 如果让你来研究，你会选哪几种情况来研究？（指向判断思维，思维力强的学生会想到磁性与电有关，与电相关的材料有电池和线圈，会选择电池、线圈）
- ② 缠绕导线的时候怎么做？（指向比较思维、判断思维，开始绕的一端留下一段导线，综合思维，两端打结固定）
- ③ 在前后两次吸大头针的时候，要注意什么？（指向比较思维，学生会想到电磁铁和大头针接触的部位相同）
- ④ 实验结果怎样？（指向判断、概括思维）

通过关键问题的聚焦，让学生用语言将自己的思维逻辑完整地表达，并在倾听、交流中不断地思考，推理、分析、概括，激活思维，完善探究实验的方案，提升学生的思维品质。在关键问题研讨过程中，“可视思维”与“出声思维”相互转化，既是一种思维“呈现”，又是一种信息“反馈”。

2、基于“主题探究”的思维可视化

主题式探究活动是智力发展的源泉，学生思维发展的有效载体。科学教师应创新教学情境和教学方式，让学生在自然、自我和自为的状态下进行主题式动手探究，使学生呈现出真实完整的思维过程和探究路径，并在此基础上了解学生的科学认知特点及思维状况，**促进学生对科学的深度学习与建构。**

在教学《认识常见的岩石》前，学生对岩石有一些简单的了解，但对岩石的特征的认识往往是模糊不清的。笔者观摩过一位科学骨干教师是这样处理的：（1）从学校要增添一块大型文化石作为“校训石”情景切入，激发学生的探究动机；（2）组织学生讨论作为“校训石”的岩石需要满足哪些要求；（3）提供岩石样本，学生研究这些岩石有什么特征，岩石名称是什么，哪些岩石可以做“校训石”，并要求各研究小组记录研究过程与研究成果；（4）全班交流研讨，确认最优方案。课堂上，学生在小组内自由探究，将岩石翻来覆去地仔细观察。有的摸一摸，感受岩石的手感；有的敲一敲，看是否有碎片；有的借助放大镜进一步观察；有的用两块岩石相互摩擦，比一比哪块更硬。从看，到摸，再到敲一敲、比一比，学生的探究行为逐渐多样，伴随着的是学生的思维动态变化，从简单向复杂递进。**多种研究方法、尊重证据的意识正是科学探究活动中必不可少的科学素养，学生的思维力体系也在不断完善。**

3、基于“数据分析”的思维可视化-1

实验数据是定量实验结果的主要表现形式，亦是定量研究结果的主要证据。在教学中，一方面需要学生关注获取哪些数据，更要关注数据如何获取？获取的方式方法是否科学、正确？获取的途径是否合适、可靠？另一方面需要学生明确实验数据与结论之间的内在逻辑关系，即实验结论的得出，是在对实验数据的分析、比较、综合的基础上，通过推理、概括形成的。这些都离不开学生高阶思维的积极参与。

在记录数据时，一般可以把数据列成表格形式，既可以简单而明确地表示出测量的量之间的对应关系，使数据有序，便于分析和发现数据变化的趋势，有利于学生对数据组进行归纳、概括，发现共性，并把共性作为规律性进行提炼、总结，形成结论。同时，这样的数据也有助于检验和发现实验中的问题。当然，因小学生对实验数据缺乏一定的敏感性，在对数据分析过程中需要将一系列数据之间的关系或其变化情况用图线直观地表示出来，使“数据”变得直观、可感。

3、基于“数据分析”的思维可视化-2

在教学《吸热和散热》时，让学生通过具体的测量比较油和水的吸热性能、散热性能，学生先预测给水和油同时加热1分钟，再停止加热1分钟，谁的吸热快？谁的散热快？然后分组实验，观察每分钟内水和油的温度，并记录。学生通过对数据的横向、纵向比较与分析，发现水加热1分钟后温度由原来的 18°C 上升到了 19°C ，而油却由原来的 19°C 上升到了 22°C 。以后的每分钟，油的温度都比水升得快，由此说明油比水更容易吸收热量，也证明他们的猜测是正确的。

而接下来对水和油的散热的情况进行分析时，我们发现这组数据比前一组数据更为复杂，很多小组不能用规律性的语言进行概括。如果把这组数据转化为折线统计图，提供学生思维的“支架”，不仅让学生直观地看到水和油停止加热后温度变化的曲线和变化的趋势，还能进行直观地比较两者变化的差异性，也有利于教师有更为充足的时间引导学生分析“停止加热后，水和油的温度还在上升，过一会儿才下降”的原因。事实上，后者的教学中学生能主动分析、归纳，并能联系前面所学的有关热传递的知识解释“刚停止加热时水和油的温度还会上升”的原因，学生的科学思维得到有效的激活。

（二）评测科学探究的效度：学生学习效果可视化

在教学过程中，可通过图文的形式，形成一种可视化的思维图表，也可通过特定情境中提出的问题与方案来测评学生的学习效果。

下面我们来看下这两种评测：

1. 基于图示工具的思维可视化评测
2. 基于特定探究情境的思维可视化评测



1、基于图示工具的思维可视化评测

大脑对“图”非常敏感，图示的直观性与思维的结构性、严密性、概括性结合起来，提高了思维信息传递及加工的效能，这些科学知识、概念更容易被理解、被评价、被迁移。思维导图、概念图等图示工具是帮助学生搭建思维支架的好工具，以图文的形式，把科学问题的探究或科学概念层层表现出来，形成思维链接网络，形成一种可视化的思维图表。

在一个主题探究单元学习后，可以指导学生画一张思维导图或概念图，学生有步骤、有目的地对科学探究活动的回顾与梳理，把一些相关联的概念形象地联结起来，为学生架构思维的桥梁，使他们清楚地看到各个概念之间的相互关联，建构学生的思维，促进意义学习的发生，使学习效率得到提高。

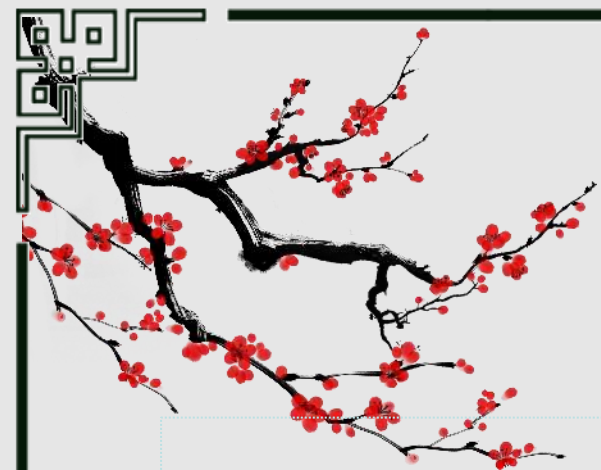
如在学习完《宇宙》单元后，有老师指导学生用思维导图进行了梳理，从学生“画”出来的各种“思维导图”可以看出，学生的学习方式从“识记主导”升级为“思考主导”，在科学知识、概念的网络建构过程中，发展出较强的归纳、概括、推理、分析、综合等高阶思维能力。在教学实践中，如果能较好地运用思维可视化策略，一张图就可以唤醒学生的思考意识，可以评价学生对某类科学知识、概念的领悟、理解的程度。

图示工具是观察及测量学生思维发展的最佳工具和方法，能真实、完整地呈现学生的思维过程，能有效培养儿童思维力在广度、深度和长度上的拓展、延伸。

2、基于特定探究情境的思维可视化评测

西蒙认为：思维可以被视作是在问题空间上进行的搜索过程，科学探究一般是从提出问题开始到解决问题结束，这样就构成了一个完整的科学思维过程。而任何一个科学问题的提出都需要已有知识背景作为基础，因此对学生科学思维的测评重点应关注学生在特定的探究情境中，能否根据已有的知识经验和现实条件**提出具有研究价值、研究可行性的科学问题与研究方案**。

基于以上思考，在实际测评中：一方面可以采用情境化探究活动过程“再现”的方式，主要观察学生的探究、实践、操作、记录的全过程；另一方面可以参考PISA科学素养试题，为学生设置在现实生活中可能遇到的，如台风、海啸、地震、海洋生物、大气、阳光、温室效应、细菌、冰山等情境化、主题化阅读和理解材料，包括短文，图像，表格，图表等，有效测评学生对有关自然世界和科学本身的知识的应用，以及对待科学事物的态度，特别是了解学生在科学学习中对已有实验数据图表**进行分析的能力、推理的能力、批判性思考方式等**。



古希腊智者学派的代表人物普鲁塔戈拉说：“头脑不是一个要被填满的容器，而是一把需要被点燃的火把。”学与教的思维可视化策略，是能够实现科学探究有效开展的一种重要途径。学生思维可视化的过程中，科学探究实验的设计、操作、记录、交流等行为，学习方式真正走向“主动参与、探究发现、合作交流”，能有效培养学生的思维能力，使思维的品质得以提升。



谢谢

夏安

