情境化的教学设计，集体论证能力的培养，学习共同体的创建，教学评价系统，探究材料的设计和使用，科学阅读的开展和科学记录功能的发挥。这 10 个方面涉及科学课程建设和教学的基本理念，也涉及具体的实施策略，我们认为是它们形成了 STC 课程的标志性特征，也反映了当代科学课程和教学的众多要素。

◉ 对我国科学教育的启示

通过 6 年的课堂实验，我们认为 STC 课程给我们的最大启示是，科学课程的开发和课堂教学都需要建立在对科学本质的深刻理解上。STC 课程正是根据科学家的科学实践设计了学生必须经历的学习活动，并且在这些活动中突出了科学家在科学实践活动中必须遵守的共同原则。这些活动使学生逐渐理解科学家是用什么方法认识世界的，科学知识是如何被发现并不断修正的。这些原则使学生逐渐了解什么是科学的价值观，理解为什么科学实验与事实这么重要，为什么一个解释的产生需要经过反复的检验，为什么只有坚持质疑和反思才能帮助我们形成更准确的认识。STC 课程用自己的设计生动地向我们展示了用科学建构世界观和道德意识形态的具体做法，告诉我们作为科学课程和教学的灵魂究竟是什么。相比之下，我国目前的小学科学课程在反映科学的核心要素方面还显得很薄弱，需要进一步从事实性知识的教学中走出来。

STC 课程给我们的另一个重要启示是，要正确看待儿童的学习潜力和学习能力，并对他们的发展要求给予真正的关注。STC 课程在发展学生集体论证方面的成功经验说明，即使是低年级的学生也有复杂的思维方式，他们进行科学推理的能力比长期以来我们所设想的要强得多。他们可以而且正在进行着大量的推理过程，而这些过程可以形成科学思维的根基。我们在以往的课程设计和教学中常常对孩子们的能力估计不足，或者脱离了孩子们的实际水平，并缺乏对他们真实想法和学习进程的认真对待，这都需要我们进一步改进。

STC 课程实验带给我们的启示是多方面的。我们相信，随着时间的推移，我们的认识会更加深刻和丰富，也会更有效地在我们的研究和实践中加以应用。■

科学课中被忽视和误解的集体论证

文 _ 童海云 / 深圳教育科学研究院

STC 课程将“帮助儿童发展论证的能力”作为课程的总目标之一。集体论证作为一种社会建构的学习方式，在促进儿童概念理解和认知发展中具有强大的作用。学生在“论”中推理和在“证”中建构，有利于将探究的结果和概念的形成有机地联系起来，有利于将个人的探究与集体的认知结合起来，也有利于培养儿童科学研究的习惯和促进科学精神的形成。在长达 6 年的课程实验中，我们对 STC 课程有关集体论证在课程目标、教学模式、教学策略及教学内容方面的设计进行了一系列研究，深切感受到这一问题的重要。

先从两个案例谈起。这两个案例的教学内容都是用碘酒检测食物中是否含有淀粉。

案例 A

教师在巡察分组实验时，发现一个组学生检测发现苹果中含有淀粉。于是教师十分正视这个真实的意外，立即调整教学，让学生纠正错识，然后开展讨论。

生：我们成功了，苹果没有变成紫黑色（即没含有淀粉）。

其他学生向他们鼓掌祝贺。

生：为什么会这样？

生：老师，我明白了！观察好淀粉后，我把这么多牙签插在了苹果上。牙签上粘有淀粉，你看，现在还有呢！

有学生围观后，笑着说：都是你惹的祸，都怪你。

师：刚才，我听到有些人在怪那位同学。

生：我们只是说说而已。

生：不过，他真的浪费了时间，不然，我们老早就可以研究下面的（问题）了。

师：那么你们一点收获也没有吗？

生：老师，我们这一组起先实验没有成功，后来成功了，我感到非常高兴。

生：以后，如果实验失败了，我们也不怕。

师：为什么？

生：找出原因，重新做。

生：失败乃成功之母。

生：我明白了做这个实验时，必须非常小心。用过的东西绝对不能乱放。

生：其实我们在实验时也发现了胡萝卜的颜色有点变紫，颜色没有他们深，但我们没敢说，所以我们觉得他非常勇敢。

师：那你现在明白原因了吗？

生：明白了，我的手上有淀粉。

（该案例摘自《科学课》2011 年第 10 期）

案例 B

学生分组实验，用碘酒检测 8 种食物（大米、面粉、苹果、蛋清、花生、麦片、洋葱、椰片）中是否含有淀粉。每个学生都有一个记录表，记录表用“+”表示阳性反应（即碘酒变蓝紫色），“−”表示阴性反应（即碘酒不变色）。测试的正常结果应当是：大米、面粉、花生、麦片会呈阳性反应，即含有淀粉；苹果中含有微量淀粉，有的会有一点变紫，随后又消失；其余呈阴性反应。

分组实验完成后。

师问：8 种食物的测试结果是怎样的？请每个小组派 1 名同学将测试结果记录在班级大表中。（每 1 种食物对应的表格中记录“+”或“−”。）

记录完成后。

师问：测试大米，有什么现象发生？

生：大米滴上碘酒后立即变成了紫色。

师问：你们做了几次测试？测试结果都一样吗？

师问：其他小组有什么不同的吗？

生：没有。

师按检测顺序逐一巡问。问到苹果的测试结果。

师：班级记录表中可以看出有分歧，请问哪 2 个小组填写了阳性反应。

生：我们组。测试了 2 次，有一点变色，虽然很淡，但我们认为只要变色，就是阳性。

生：我们这组测试时，开始有一点变色，后来又恢复了。我们认为苹果片里还是有少量的淀粉，所以填写了。

师问：有不一样的结果该怎样办？

生：在实验盘上重新做一次实验。

全部学生重做实验后，重新汇报。

师问：这次结果，每个小组是怎样的？

汇报结果是原有没有写阳性反应的 2 个小组改写阳性反应，原来写阳性反应 1 个小组改为阴性反应。

师：这一次测试结果又有些不一样。为什么会这样呢？

生：我们小组测试结果，这次没有发生颜色变化。可能是苹果只含少量淀粉，这次检测不出来，所以改为阴性反应。

生：我们这组改为阳性反应。我觉得可能与其他食物混了，导致样本被污染了。

生：测试实验要求只滴两滴水与食物混后再测试，可能有的组没有滴水。

生：他们小组的托盘可能没洗干净。

生：也可能交叉使用了牙签搅拌。

师：现在我们如何根据测试结果来说说苹果是否含有淀粉？

生：大多数小组的结果是，苹果片不含淀粉。

生：少数小组的数据说明，苹果含有少量淀粉。

生：苹果不含淀粉的结果更可靠一些，因为 9 个小组中，只有 3 个小组的反应是阳性。

生：还需要进一步做测试，去查查有关资料。

（该案例选自 STC 课程有关教学实录）

可以看出，两个案例明显有以下区别：

● 触发研讨的原因不一样，案例 A 是教师主导下的一个针对一个小组的错误而发生的；案例 B 是学生测试完成后发生的研讨。

● 研讨的目标不一样。案例 A 是为了纠错，正确的结果已被老师明示；案例 B 是为了根据不一样的结果展示讨论并寻找合理的解释。

● 研讨的内容不一样。案例 A 是针对错误要学生明白实验的一些道理，话题集中于个

体感悟；案例 B 是要求交流事实，根据差异化结果进行重复实验和寻找可能的原因，话题集中于事实、证据和观点。

这两个案例无疑会引发这样一些思考：我们为何要在科学课中开展研讨？我们研讨些什么？应如何组织学生研讨？回答可能有许多，如果用科学论证的思路思考上述问题，答案就会明晰很多。

科学研究中充满了论证，有个体的内部论证也有团体的集体论证，有正式的研讨论证会也有非正式的实验会议，有面对面的言语论证也有学说公布发表后的书面审查论证。所有这些科学论证，本质上都是在论点、证据和推理三者之间进行反复协调，最终达成被同行接受的论证共识。集体论证，是一些团体就某些论点、证据和推理开展的论证活动。在教学上，集体论证就是组成学习团体的学生共同开展的论证活动。论证不仅是为了纠错或验证正确结论，更重要的是发展科学、合理的解释或学说；论证不是讨论个人的得失，更重要的是对证据、观点和推理本身进行评议；论证不是某些人（包括教师）主导下的简单对话，而是团体（包括学生群体）的同行审议。

将科学教学中的研讨转变为科学论证，成功地组织学生在科学课堂上开展集体论证活动，STC 课程给了我们一些重要的启示。

➲ 强化对证据的呈现、确认和评价

◈ 应鼓励学生毫无顾虑地交流探究到的所有事实，而不做利己筛选。案例 B 中教师用开放式问题或问题链向学生进行了询问，以保证事实能够全面呈现。老师提出的问题有：测试时发生了什么现象？你们做了几次测试？每次测试的结果相同吗？其他小组的测试结果有什么不同？教师不断要求学生呈现利于自己观点的事实和不利观点的事实，不断地让不同的同学进行评述和补充，这样才能让学生了解事实的全部和具体的细节。

◈ 用求同存异的方法确认证据和分析原因，而不是少数服从多数。

我们看到教材在引导学生确认证据时，用得最多的问题是：你的实验结果与同学的有哪些类似之处？有哪些不同之处？我们又该如何处理这些不同？案例 B 中，苹果的测试结果有所不同，教师并没有要求学生做简单的对错判断，而是将之视为全部事实，要求学生在存异中识别和判断，在存异中寻找原因，在存异中寻找解决的办法。

◈ 重视差异结果或反例研讨并引向深入探究，而不是止步于明示的答案。

一般而言，在我们以标准答案为标的或追求高效的课堂教学中，不会将差异结果或反例作为讨论议题，甚至在教学中也会有意回避。但 STC 课程确与之相反，不仅要高度重视，还有具体的处理方法——分析原因和重复实验。这两个看似简单的处理方法，却导向了一个根本性的转变——将验证实验变为探究实验。学生们需要重新反思探究的全过程，包括变量的识别和行为监控；不是只有少数发生了反例现象的小组重做实验，而是全部学生重做实验，不视反例为异常；要将测试结果重新记录，而不是修改前一次结果。差异结果或反例研究是科学研究和科学态度的集中体现，由此带来的深入探究能够极大地促进学生对科学本质的理解。

➲ 在证据的组织化基础上开展论证与解释

◈ 组织证据，将个体内部论证和集体论证相结合。

让学生将个体内部论证与集体论证相结合，有利于论证真正地发生。先是个体探究时进行证据组织化，这是学生进行内部论证的过程。案例 B 中，不仅要求学生记录实验的阳性或阴性反应，还要求学生记录观察到现象，这种结构化的记录有利于学生将现象与结果进行联系，同时，用简明的“+”和“−”表示测量结果，还有利于学生在视觉上较快组织和识别关键信息。然后是集体论证阶段将证据进行组织。案例中每组学生派代表填写班级记录表，进行证据组织，使学生能够清晰地观察到每个小组的探究结果，有利于儿童开展集体论证。

◈ 基于证据进行论证和解释。

案例 B 中，教师要求学生根据测试结果来说说苹果是否含有淀粉，也就是要求学生基于证据进行解释。4 位学生进行了相当有意义的解释：第 1 位学生根据全班多数测试结果给出苹果不含淀粉的解释；第 2 位学生根据少数测

试结果做出苹果含有少量淀粉的解释；第 3 位学生根据测试结果的数量关系给出苹果不含淀粉的更可靠性的解释；第 4 位学生表示结论仍未确定。从学生的发言中，我们可以发现基于证据的解释的特征。

①解释时要联系所有的证据。让学生在发表自己的观点时，要将证据和观点相联系，这是论证的最基本要求。可以看出，案例中前两位学生的解释只是选择了部分数据来进行分析。

②解释时要说明证据与观点之间的逻辑关系。证据和观点间的逻辑联系并不是学生都能识别的。

③鼓励孩子对同一种证据进行主动解释。一果多因，不仅可以发散学生的思维，更重要的有利于孩子建立多个事实间的联系，发展更高层面的概念性理解。STC 教材中有大量的例子不指向封闭的答案，不期望一定能达成集体共识，鼓励个性化的解释和观点，在交流中互相启发。这样的论证过程，有证据、有联系、有观点、有变化、有冲突，充分创造了理性思考的研究氛围。

当然，STC 课程在组织学生开展集体论证时，还有许多有效的策略支持，比如鼓励学生开展长时探究多次论证自己的观点；适时引入一些社会性科学议题深化学生对科学的理解等。

我们发现，学生在积极参与集体论证后，有诸多可喜的变化。在论证行为方面，他们能更加理性地参与论证，表达观点时能越来越多地联系证据进行说明，越来越重视把自己的观点与他人的观点联系起来，而非一味地批判和反驳。在论证能力方面，他们更注意全面客观地呈现全部事实，更注意将证据与生成证据的探究方法相联系进行说明，更注意证据本身的组织呈现外显其逻辑关系，对证据关系的识别逐渐有了一些清晰的模式，逻辑推理能力在高年级段开始显现，能在多个证据与多个观点之间尝试进行协调平衡。

我们进行了长达 6 年的学生集体论证的相关研究，深切地感受到，如同科学家共同体那样的研讨论证的过程不仅有利于学生科学素养的培养，也有利于学生养成理性思考问题、理智解决问题的习惯，对科学本质有一定的领悟和理解。对照我国科学教学实际情况，深感我们的教学对集体论证的忽视和误解。

➲ 忽视研讨，更忽视集体论证

在我国小学科学课的现行课程标准里面，没有提及学生开展科学论证活动。在实际教学中，“做”的探究被大家广泛重视，但“思”和“知”的研讨并不太重视，研讨往往被视为“做”的附属，而不是视其为对“做”的批判和发展。研讨往往被老师所掌控，而没有真正让学生参与到真实的论证中去。

➲ 重结论，忽视对证据和观点的评价

我们的课堂上往往是一旦学生说出或被老师诱导出所谓科学的结论，教学就会嘎然而止。教师不组织学生评价证据的全面性、准确性，对结论观点的合理性、逻辑性和适用范围也不做评价。

➲ 重集体论证，轻学生个体内部论证

高质量的集体论证离不开个体论证能力的长足发展，个体内部论证是集体论证成功的重要保障。然而在现实教学活动中，我们往往只重视学生的实验操作，只要求学生收集证据，造成的结果是“我做了，我更迷茫了”。如果探究活动一开始就让学生充分参与个体论证的活动中，他们就会在动手实验和理性思考中明确目标，就会主动组织证据和建构观点。有了个体在探究中更积极、更充分的论证，集体论证也就变得更为有效和高质量。

➲ 误解集体论证就是辩论赛

辩论赛往往要求二元观点，可能会陷于偏激、修辞和口才的漩涡。我们经常可以看到，有些课堂上的辩论，学生会为捍卫自己的观点而变得蛮横无理。也有教育理论研究者提出，论证活动的质量取决于反驳发生的次数。然而，从我们在科学课上的观察看出，如果将集体论证定位于对事实的拓展、证据的甄别、推理的推敲、观点的碰撞和发展，学生的科学论证能力、探究能力、解释能力等都会得到协调发展。科学课程中的集体论证，强调的是学生在科学学习共同体中的角色，强调团体中的每位学生都应在论证中发挥各自的作用。集体论证的过程就是共同建构概念和社会化的过程。■