

提利用信息科技教授科学：对学生学习的启示

郑美红、李启明

香港教育学院

电邮：maycheng@ied.edu.hk, kmli@ied.edu.hk

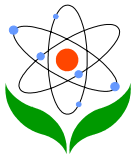
收稿日期：二零零二年五月七日

内容

- [摘要](#)
 - [引言](#)
 - [科学教与学](#)
 - [利用信息科技学习及教授科学](#)
 - [科学教学的信息科技革新及其对学生学习的影响](#)
 - [利用信息科技进行科学探究活动](#)
 - [互联网技术及科学专题](#)
 - [利用信息科技进行科学评估](#)
 - [利用信息科技教授科学的概念框架](#)
 - [参考文献](#)
-

摘要

各界均致力推动在教学中应用信息科技，并为科学教学注入了创新的元素。科学教与学一直奉行的学习理论，鼓吹学习者建构科学概念；亦有不少理论强调社会环境的支持对学习科学的重要性。利用信息科技教授科学时，教师应留意信息科技对科学学习的冲击。本文旨在根据科学概念建构及社会环境影响的学习理论，探讨一连串与信息科技有关的创新教学法对学生学习科学的影响。本文将分析三类创新的科学教学法，包括：利用信息科技进行科学探究活动、于



科学专题应用互联网技术、及利用信息科技进行科学评估。文章亦尝试以概念框架作总结，用以分析信息科技对科学教与学的影响。

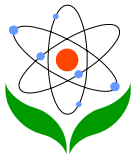
引言

香港政府提倡利用信息科技教学，教师及教育工作者因而纷纷找寻支持学习的硬件及软件。科学本身的性质，较适合及便于引入信息科技作教学支持，故此信息科技与科学的关系密切。纵然如此，信息科技应用的原则及其对科学学习的影响，也值得重新思考。本文将先探讨科学学习的意义，并分析利用上述三类创新的信息科技，对科学教与学的影响。本文将以概念框架作一总结，分析信息科技的应用如何与其它科学教与学的过程起着相互作用，并带来最终的学习成果。

科学教与学

香港的小学科学科附属于常识科课程，中一至中三级的科学学习则属综合科学科范畴，而中四级以上的科学课，则分为物理、化学及生物科。虽然课程名目各异，但科学科仍是本地学生 13 年学习生涯中重要的学习领域之一。近年，人们对如何学习科学的看法有所改变。1980 年代，科学学习侧重发现或引导发现的取向(discovery approach or guided discovery approach)。发现取向假设知识是根本存在的，只留待学生去发现；学生踏入科学教室时对科学一无所知，需要在学习过程中发现部分科学概念。此学习取向没有考虑学生的已有知识，并认为富意义的学习是透过发现过程产生的。

不久，发现取向受到质疑。研究显示，学生与教师对学习过程的看法并不一致，尤其是对科学课的看法分歧最大，当中包括：科学课的目的和内容、活动的目的和内容、探究活动的科学设计、进行活动、取得结果、思考所做及所发生的事情、学生的经验对其看法的影响、以及与预期成果的关系(Tasker & Freyberg, 1985)。另一方面，亦有研究探讨了学生在科学课前所知的内容，以及这些已有知识对他们日后学习的影响(Osborne & Gilbert, 1980; Bell, 1981)。在英国，部分热心的科学教育家(Driver, Asoko, Leach, Mortimer, & Scott, 1994)开始探讨及承认学生在课前所具备的科学知识。他们认为，科学学习是学生在脑中比较及连系新旧知识所产生的；因此，教师应在不同学习阶段，亦即课堂前后及上课期间，了解学生的已有概念。虽然科学学习是个人在脑中连系知识所建构而



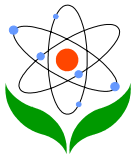
来, 但 Driver, et.al. (1994)亦提出支持学生学习科学的社会环境同样重要。这些支持包括: 同侪间的交流、师生交流、在学校环境内的其它支持方式。信息科技的应用可视为其中一种支持方式, 用以协助学生建构新的科学概念。

利用信息科技学习及教授科学

教师应把信息科技的应用, 视为学生于学习科学期间建构新知识的一种支持。更重要的是, 教师应留意信息科技的应用会否妨碍了课室内的社交及沟通过程。学习科学时有否信息科技的支持, 分别可以很大。同样, 人们习惯了使用键盘、计算器等资源, 便甚少考虑这些资源对思想的影响; 但如果缺少它们, 生活也会有很大的转变。信息科技对思想及学习有多方面的影响。首先, 处理文字或数据的软件影响了言语或数字数据的表达方式。这些工具展示了活动可行及所需的元素。不过, 软件本身的限制亦很容易局限了表达形式, 甚至影响解决难题或处理数据的方法。第二, 利用软件表达可以向读者或听众展示或强调特定的信息。利用另一表达形式或软件, 则可传递先前没有强调的信息。这些工具或资源其实具备某些讯息, 界定了运作的限制。第三, 信息科技的应用, 可比拟为用家与软件设计者的交流过程。利用信息科技学习的学生, 其实是与软件设计者互相交流。举例来说, 学生可透过计算机游戏学习如何分辨生物与非生物, 而在游戏末段, 学生发展了一套见解, 而这见解正与游戏的设计本义及设计者对生物及非生物所下的定义一致。教师应把信息科技的教学资源视为「思维重组工具」(reorganisers of mental functioning) (Pea, 1993)。软件设定下列条件, 为学习下定义: 所需数据、表达形式、支持意念组织的途径及环境(草稿本、工作台) (Perkins, 1993)。有鉴于此, 部分教育家亦主张把儿童计算机视为发展设备(Pea, 1993)。信息科技可用以协助或限制学生的学习。因此, 教师应细心留意应用信息科技所会带来影响, 并以促进学生建构新的科学知识为目标。

科学教学的信息科技革新及其对学生学习的影响

以下所分析的例子将分为三类, 包括: 探究活动的新方法、利用互联网技术进行科学专题研习、评估的革新。



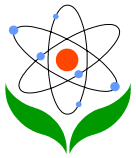
利用信息技术进行科学探究活动

信息技术可用以协助进行涉及数据记录实验等的科学探究活动, 或用以模拟科学探究过程。其好处是减低师生对理解学习过程出现分歧的机会。数据记录实验的结果是以预设的探测器量度出来, 学生可轻易从实验的各项干扰中找出真正的结果, 而他们所作的观察亦能更集中在探测器所收集的数据。Johnstone (1993) 总结了学生进行科学探究活动所遇的困难。从实验各项干扰中分辨真正的结果, 是学生进行科学实验时所遇的一个主要难题; 其次是科学探究的复杂性。如要进行一个预先设计好的活动, 学生便需要细阅探究程序, 当中可能包含一连串陌生的科学术语。学生要先诠释这些术语, 思考过程亦因而减慢。当进行探究活动时, 学生须同时应用某些技能, 细阅指引, 作出观察或记录数据。这就需要大量的实时记忆力。如果学生不熟悉刚学习的术语、技能及探究程序, 便要花很多功夫, 才能处理数据、作出分析、比较新旧科学概念, 产生有意义的学习结果。单凭单一的探究活动, 学生很难可以建构与科学家相同的概念。同一概念可能是科学家经过长年累月才能发现出来。不过, 学生可能会认为, 自己在科学探究过程中根本不可能取得有意义的结果, 于是习惯依赖教师提供正确的答案。

利用信息技术进行科学探究活动, 可减轻学生的工作量, 并把探究过程分拆成比较容易掌握的步骤。在科学探究过程中, 学生的工作可集中在一个或多个阶段。例如进行数据记录实验期间, 学生须集中观察探测器所录取的结果。有关数据会自动以图表显示, 而学生所要做的, 是根据自己的科学概念, 思考及分析所得结果。进行计算机仿真实验时, 学生并不需要收集数据, 故可集中观察结果, 并多考虑实验设计的其它可能性。利用数据记录工具可促进学生的学习, 但教师亦应留意其限制。进行这类实验时, 学生处理数据、在特定时间收集读数、或以传统方法设置仪器的机会亦随之失去。学生亦可能忽略了利用既定软件以外, 其它可行的数据表达或处理方法。因此, 教师应提供其它学习机会, 训练学生操控仪器、收集数据及设计表达数据形式的技能。

互联网技术及科学专题

透过互联网学习, 可让学生自行涉猎及利用最新的信息来建立知识, 并随时随地与人分享有关知识 (Kearsley, G., 1996)。这种技术的特性, 增加了各种学习活动的可能性, 亦有助建立有利的学习环境, 以助学生建构概念。根据 Duffy



& Bednar (1992), 建构主义学习观的学习环境特点为:

「……内容丰富, 课业真实, 综合发展及评估多个观点, 具备大量加强沟通及引用现实生活例子及难题的工具, 自我反思、模拟专家解决难题, 以及透过类似学徒训练的指导模式引导学习。(页 132)」

Hackbarth (1997) 把透过互联网学习的活动分为三类: 沟通、取得信息、分享信息。Harris (1998a, 1998b) 亦提出 18 项活动体系, 并将之归纳成三类: 人际交流、收集及分析数据、解决难题。

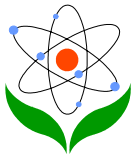
Harris 指出, 人际交流一类包含六种活动体系: 伙伴、全球化的教室、电子外观、电子导师、问答服务及模拟。学生可透过电子邮件、通讯群组、论坛、实时文字或声效沟通、聊天室、网上实时传讯(ICQ)或网络会议室等音效及视像会议工具, 个别或分组讨论科学课题。学生及学校亦可参与一些提供专家顾问或导师服务的专题研习活动。例如「问问专家」计划("Ask an Expert" project) 可让参加者与数百位真正的专家联络, 当中包括天文学家以至动物园管理员。

收集及分析信息包括交换信息、建立数据库、电子刊物、电子仿真实地观察、共同分析数据。学生须就特定的科学专题, 利用互联网或搜寻器搜集及比较所需的背景数据, 以便透过电子媒介表达结果及作深入探讨。这类专题的热门课题包括: 大发明家的数据库或鸟类照相簿等。

Harris 指出, 互联网可透过下列活动体系, 支持拟题学习的活动: 搜集数据、同侪响应、仿真解难及事情发展结果、模拟实况、以及真实社交行为的专题。

「光可走多远?」("How Far Does Light Go?")是一项辩论习作, 让学生透过互联网所列的实证, 亲身探讨光的特性。「我的发明」("Inventions Project")则让参加者合作发掘解决难题的方法, 并创作发明, 使生活更方便舒适。以上所举例子仅为一小部分, 用以说明互联网技术如何提升及培育学生解决难题的能力。

鼓励学生进行科学专题研习, 是协助培育学生成为独立学习者的其一方法。在研习过程中, 学生能自行设计学习过程, 提出问题, 订立策略以找出解决方法, 并为自己的疑问找出答案。这些活动可让学生自行建构科学知识。透过互联网技术, 信息来源可更为广泛。教师可以调适者的身份, 协助学生消化从网上直接取得的复杂知识。根据互联网及其它途径取得的资料, 学生可建构与科学家一致或不同的科学概念。教师应留意学生所建构的科学概念, 以及会影响建构过程的所有可能因素。



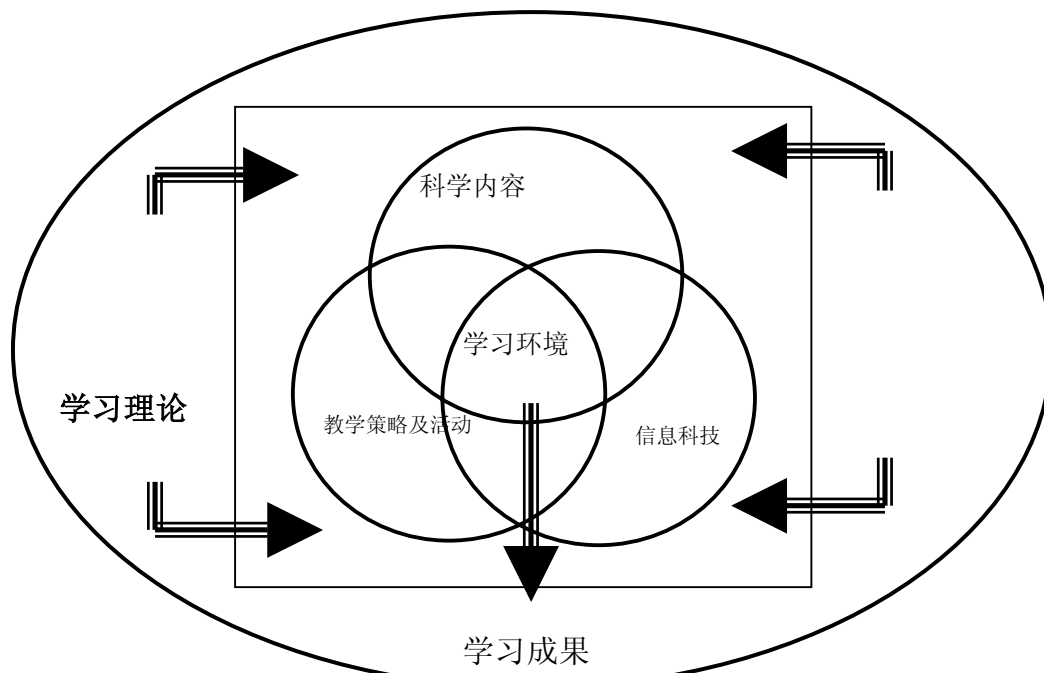
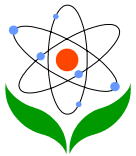
利用信息科技进行科学评估

利用信息科技进行科学评估，打破了多项选择题的评估模式限制。Matinez (1993) 就计算机辅助测验形式进行科学评估作出分析，结果发现这类型的测验是多层面、不受限制、没有任何提示的。多项选择题练习只提供一定数量的选择及可能的组合，而计算机辅助测验的评估模式，则容许图像形式的答案，并把回应的性质由单一层面转化为多层面。此类评估模式没有限制各个选择的可能性，故可提供不受限制的回。学生可把可能的项目以鼠标拖曳到响应栏内，自行设计项目组合，从而增加组合的数目。由于缺乏引发修正或处理信息的选择，这些响应均在没有任何提示之下产生。一般来说，信息科技的应用将为未来的科学评估担当重要的角色。Malcom (1993)总结了其重要性，认为科技将成为更普遍使用的评估工具，尤其就特定内容提供更丰富的问题、协助对阅读感到困难的学习者、不懂英语的学习者、残障学生、以及诊断有学习困难及错误观念的学生。

利用科技可增加科学评估模式的可能性，这亦对评估课业的设计质素带来启示。由于选择或项目组合数量增加，测验内容对学生来说亦因而较为艰深，评估课业亦更趋复杂。教师应留意评估课业性质的转变及学生的能力，继而调整及融合任何新的可能性。

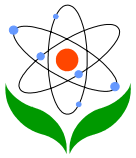
利用信息科技教授科学的概念框架

从上述例子可见，能否利用信息科技促进科学的学习是有赖教师能否运用正确的方法。Bailo & Sivin-Kachla (1995) 指出要运用信息科技达致有效的学习效果，是要取决于多个层面，包括：教师的角色、学生的特质、学科内容、及学习活动的实际推行。图一说明了利用信息科技教授科学各层面的统整关系。



图一：利用信息科技教授科学的概念框架

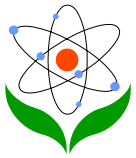
学习的成效可从评估学习成果及表现得知。无论评估结果是以分数或文字描述表达，所作的判断都是根据学习过程前一些既定的标准及准则来订定的。而这些标准则反映了学习目标的实践程度。图一所见，整体的教育目的为科学学习领域订定了本科的学习目标及课程。老师便是根据这个学习领域框架选择及组织学生将要学习的科学内容。为达致全人发展的教育目的，除了科学的知识及技能外，教师在设计教学内容时亦应留意下列问题：学习内容是否只靠记忆，还是要求较高层次的思维技巧？在学习过程中，是否需要同时培育学生合作及沟通等技巧？内容是否涉及价值判断及道德问题？学习活动是否能提供机会让学生发展其创造力及自学能力？有了明确的学习目标及内容后，教师应明白自身的角色是一个学习环境的缔造者。在传统的教室中，教学策略多以教师主导。信息科技则多用以传达及解释视听信息，是协助老师讲解的辅助工具。在开放式的教室里，教师是一个学习的推动者。他/她引导学生参与学活动，让学生在 学习环境中产生互动并主动地探究学习内容。信息科技则是在教师的协助下，让学生建立知识及发展各种共通能力的有效认知工具。然而，教学策略及信息科技的选取，乃取决于教师所持有的教学信念、也受其对学习理论的认知程度的影响。他/她是否坚信以学生为中心的教学策略的价值？他/她是否明白学生的个人特质及其需要？他/她是否理解在学习过程中哪些条件或因素包括心理的、生理的、社群的及环境的能够增进学习的果效？以上都是应用信息科技于科学教育所须要考虑的要点。



各界不断鼓吹在科学教室应用信息技术, 然而教师实应细心留意信息技术对学生学习的影响。信息科技的推广, 必须以促进学生的学习为目的, 而非只为引入新的教学科技而盲目地进行。

参考文献

- Bailo, E.R. & Sivin-Kachla, J. (1995). *Effectiveness of technology in schools: 1990-1994*. Washington, DC: Software Publishers Association.
- Bell, B. (1981). When is an animal not an animal? *Journal of Biological Education*, **15**(3), 213-18.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, **23**(7), 5-12.
- Duffy, T.M. & Bednar, A.K. (1992). *Constructivism and the technology of instruction: A conversation*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hackbarth, S. (1997). Web-based learning in the context of K-12 schooling. In R.C. Branch & B.B. Minor (Eds.), *The Educational Media and Technology Yearbook 1997*. Englewood, CO: Libraries Unlimited.
- Harris, J. (1998a). Curriculum-based telecollaboration: using activities structures to design student projects. *Learning & Leading With Technology*, **26**(1), 7-15.
- Harris, J. (1998b). In the Kitchen-Designs for Telecollaboration and Telepresence. Chap. 2 in *Virtual Architecture: Designing and Directing Curriculum-Based Telecomputing*, [Online]. Available: <http://cewf.cc.utexas.edu/~jbharris/Virtual-Architecture/Telecollaboration/more-telecollaboration.html> [2002, April 29].
- Johnstone, A.H. (1993). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. In Edwards, D., Scanlon, E. and West, D., *Teaching Learning and Assessment in Science Education*. UK: The Open University.
- Kearsley, G. (1996). The World Wide Web: Global access to education. *Educational Technology Review*, Winter(5), 26-31.
- Kulm, G. & Malcom, S.M. (1992). *Science Assessment in the Service of Reform*.



USA: American Association for the Advancement of Science.

Malcom, S.M. (1993). Equity and excellence through authentic science assessment.

Matinez, M.E. (1993). Figural response in science and technology testing.

Osborne, R.J. & Gilbert, J.K. (1980). A technique for exploring students' views of the world. *Physics Education*, **15**, 376-379.

Pea, R. (1993). Distributed intelligence and designs for education. In G. Salomon (Ed.), *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. New York: Cambridge University Press.

Perkins, D.N. (1993). Person-plus: a distributed view of thinking and learning. In Salomon, G. (Ed.), *Distributed cognitions: psychological and educational considerations*. New York: Cambridge University Press.

Rodrigues, S. (1996). Review of computer based technologies on students' learning school science. In P.C. Clarkson and R. Toomey (Eds.), *Computing across the secondary curriculum: A review of research*. Melbourne: Deakin University Printery, NPDP, Computers Across the Secondary Curriculum Reference Group.

Tasker, R. & Freyberg, P. (1985). Facing the mismatches in the classroom. In Osborne, R. and Freyberg (Eds.), *Learning in Science*. Hong Kong: Heinemann.