บทที่ 2

บทความและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทความและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดทำหลักสูตร เนื้อหาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาในต่างประเทศมีมากพอสมควร แต่ในประเทศไทยมีผู้เขียนบทความและทำงานวิจัยในเรื่องนี้น้อยมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในด้านการทดลองสอนเนื้อหา ผู้วิจัยเห็นว่าถ้าได้นำผลงานการค้นคว้าและการวิจัยของบุคคลอื่นที่มีส่วนสัมพันธ์ใกล้เคียงกับการวิจัยเรื่องนี้มากล่าวไว้ ผู้อ่านก็จะได้ทราบผลงานเพิ่มเติม และผู้ที่สนใจทราบรายละเอียดก็จะได้ติดตามศึกษาต่อไป ทำให้ความรู้ความเข้าใจถึงลักษณะการจัดทำเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรได้ดียิ่งขึ้น และนำไปพิจารณา เลือก ปรับปรุง จัดทำสิ่งที่ควรจัดทำได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

บทความต่าง ๆ ได้เน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในด้านที่ช่วยสร้างเสริมพฤติกรรม 5 ประการ คือ ความสนใจหรือความพอใจชาบซึ้ง, ความเข้าใจ, ทัศนคติ, ความสามารถในการคิดเหตุผล และ ทักษะ ทั้ง 5 ประการนี้ถือว่าเป็นจุดมุ่งหมายสำคัญประการหนึ่งของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ สำหรับในด้านความเข้าใจ ได้มีการอภิปรายกันในหนังสือรายงานการประชุมทางการศึกษา ครั้งที่ 45 ซึ่งจัดพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยชิคาโก ในหัวข้อการวัดความเข้าใจ ได้กล่าวย้ำว่า ผู้สอนจะบอกได้ว่า นักเรียนเข้าใจหรือไม่จะต้องพิจารณาจาก การกระทำ, ความรู้สึก หรือการคิดอย่างมีเหตุผลในแต่ละสภาพการณ์ นักเรียนจะเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ปรากฏการณ์และสภาพการณ์ได้ก็ต่อเมื่อเข้าใจความหมาย และการเข้าใจความหมายก็จะต้องมาจากการเรียนรู้ แนวคิดรวบยอด และสามารถนำมาสรุปเป็นหลักการใช้ได้ทั่วไป โดยการนำหลักทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนรู้แล้วมาอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น หรือสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้น หรือวางโครงร่างสภาพการณ์ที่จะให้เกิดผลตามที่ต้องการ[1] เพื่อให้เข้าใจความเป็นไปในโลกตาม

---

[1] William L.Beauchamp, Mary Melrose Williams, and Glenn O. Blough, Teacher's Guidebook for Discovering Our World, Book 3 (Chicago:Scott, Foresman and Company, 1952), pp. 7-10.

ความสนใจและความพอใจ ดังนั้นการสอนแนวคิดใหม่ให้แก่นักเรียนจะต้องคำนึงถึงธรรมชาติและความต้องการ ตลอดจนภูมิหลังของผู้เรียนที่ได้รับจากประสบการณ์โดยตรง เพื่อให้การสอนแนวคิดนั้นมีความหมาย และก่อให้เกิดคุณค่าทางจิตใจในด้านวิทยาศาสตร์

อัทคิน และ คาร์พลัส[2] (Atkin and Karplus) ได้เขียนบทความเกี่ยวกับการสร้างแนวคิดให้แก่นักเรียน เขากล่าวว่า เป็นความจริงที่ว่านักเรียนทุกคนมีประสบการณ์ทางการค้นพบและการสร้างก่อนที่จะเข้าโรงเรียน และตลอดระยะเวลาที่เรียนอยู่ในโรงเรียนก็ได้รับประสบการณ์จากภายนอกโรงเรียนด้วย เด็กเหล่านี้ใช้การสังเกตตลอดเวลาและได้สร้างแนวคิดขึ้นเพื่อที่จะแปลความหมายสิ่งที่เขาสังเกตได้ และในขณะเดียวกันก็ค้นพบสิ่งที่จะเป็นแนวทางที่สามารถทำให้เขาแก้ไขแนวคิดการค้นพบและการสร้าง ซึ่งนี้เรียกว่า "สามัญสำนึก" ดังนั้น จึงไม่น่าวิตกในการที่ครูจะเป็นผู้สอนให้นักเรียนสร้างแนวคิด เพราะนักเรียนพร้อมที่จะสร้างแนวคิดอยู่แล้ว และเป็นความจำเป็นที่ครูจะต้องช่วยแนะนำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ เพื่อให้นักเรียนสามารถสังเกต เข้าใจ และนำไปใช้ตีความหมายหรือค้นพบสิ่งใหม่ได้ การเรียนการสอนเช่นนี้จะช่วยเร้าให้เกิดความสนใจและเรียนรู้ได้ ผู้เขียนได้กล่าวว่า แนวคิดนั้นจะต้องมีการแก้ไขให้กระทัดรัด เหมาะสมกับผู้เรียน และครูจะต้องไม่สอนแนวคิดในรูปที่ให้เป็นข้อความจำกัดความที่เฉพาะเจาะจง

ความคิดเห็นในทำนองเดียวกันนี้ บรูนเนอร์[3] (Bruner) ได้เคยกล่าวไว้ในหนังสือ The Process of Education และในเวลาใกล้เคียงกัน จาคอบสัน[4] (Jacobson) ได้เขียนบทความกำหนดเกณฑ์ในการจัดทำหลักสูตร ซึ่งอาจจะสรุปได้ดังนี้

---

[2] J.Myron Atkin and Robert Karplus, "Discovery or Invention?," The Science Teacher, 29 (September, 1962), 45.

[3] Bruner, loc.cit.

[4] Will J. Jacobson, Modern Elementary School Science (New York: Bureau of Publication, Teacher College Columbia University, 1961), pp. 22 - 26.

1. หลักสูตรจะต้องคำนึงถึงพัฒนาการทางบุคลิกภาพของเด็ก

2. ประสบการณ์และกิจกรรมที่จัดขึ้นในหลักสูตร จะต้องให้เด็กมีโอกาสเรียนรู้เพื่อสร้างเสริม ทักษะ ทัศนคติ และวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. เนื้อหาวิชาในทุกสาขาที่เป็นพื้นฐาน ควรจัดออกมาในรูปการผสมผสาน ตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นสิบสอง โดยคำนึงถึงความก้าวหน้าใหม่ ๆ ทางด้านวิชาการที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงเนื้อหาวิชาทุก ๆ ปี

4. ควรหลีกเลี่ยงการจัดเนื้อหาวิชาและประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่ซ้ำกันในแต่ระดับชั้นโดยไม่จำเป็น ถ้าจะต้องมีการสอนซ้ำมากกว่าหนึ่งครั้ง ควรจะให้แนวคิดที่ได้มีการเพิ่มเติมขึ้น

5. เนื้อหาวิทยาศาสตร์ ควรจะพัฒนาไปได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด จะมีวงจำกัดอยู่ที่ประสบการณ์เดิม และวุฒิภาวะของนักเรียนเท่านั้น

นอกจากนี้ จากอบสัน ได้เขียนบทความเสนอโครงการวิทยาศาสตร์ขั้นอนุบาลถึงชั้นสิบสองอีกครั้งในปีต่อมา ความคิดเห็นของจากอบสันได้รับการสนับสนุนจากบทความที่เขียนโดย คาริน และ ซันด์[5] (Carin and Sund) ซึ่งได้กล่าวว่า โครงการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา ควรจะต้องเป็นไปในรูปความสัมพันธ์ระหว่างหลักสูตรทั้ง 12 ปี เพราะโครงการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับชั้นซ้ำกันมากอย่างน่าเบื่อหน่าย และเสียเวลาในการเรียนการสอนซ้ำโดยเปล่าประโยชน์ ถึงแม้ว่าการเรียนซ้ำจะถือเป็นการทบทวนหรือกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ก็ควรจะต้องมีการพิจารณาตัดทอนเนื้อเรื่องที่ซ้ำโดยไม่จำเป็นออก และเพื่อจะให้การจัดทำหลักสูตรสมบูรณ์ที่สุด คารินและซันด์ ได้เสนอแนะว่า ควรจะได้มีการร่วมมือกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ และนักการศึกษา ในการพิจารณาคัดเลือกเนื้อหา ประสบการณ์ กิจกรรม และหนังสือแบบเรียน โดยนักวิทยาศาสตร์ให้ความร่วมมือทางด้านขบวนการทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดรวม-

---

[5] Arthur Carin and Robert B. Sund, Teaching Science Through Discovery (Ohio:Charles E.Merrill Book, Inc., 1966), pp.10 - 12.

ยอด หลักและข้อเท็จจริงที่มีคุณค่าทางวิทยาศาสตร์ ส่วนนักการศึกษาให้ความร่วมมือทางด้านทักษะ ความรู้ด้านจิตวิทยา ทฤษฎีการเรียนรู้ และประสบการณ์เกี่ยวกับการสอนเพื่อให้เด็กได้รับความรู้และวิธีการตามลำดับขั้น เขาเรียกวิธีการจัดหลักสูตรแบบนี้ว่า "Scientist-Educator Program"

วิคเตอร์[6] (Victor) ได้ให้ความคิดเห็นว่า โครงการสอนวิทยาศาสตร์ควรจะมีขอบเขตกว้าง เพื่อให้เด็กมีโอกาสเรียนแนวคิดที่สำคัญ ๆ และกฎพื้นฐานที่มีผลต่อเนื่องกับหลักเกณฑ์ใหญ่ ๆในสภาพแวดล้อม และขยายวงกว้างขึ้นตามลำดับขั้น ด้วยวิธีการนี้จะช่วยให้เด็กเข้าใจสภาพแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้นว่า คนเราได้มีความพยายามในการใช้และควบคุมสภาพแวดล้อมได้อย่างไรบ้าง จึงได้มีการตกลงในการเพิ่มขอบข่ายและเนื้อหาวิชาที่สอนในชั้นประถมศึกษา เห็นได้จากการเคลื่อนไหวในด้านการตรวจสอบหนังสือแบบเรียน มีงานวิจัยเพื่อตัดสินระดับอายุหรือชั้นเรียนที่ควรจะเลือกหัวข้อในการสอนวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนเข้าใจและประสบผลสำเร็จในการเรียน จากการวิจัยพบว่ามีแนวโน้มที่แสดงว่า เด็กไม่ว่าในระดับชั้นใดสามารถเรียนบางเรื่องในทุกสาขาของวิชาวิทยาศาสตร์ได้ โดยวิธีการจัดแนวคิดเหล่านั้นให้ง่ายขึ้น หรือให้อยู่ภายในระดับวุฒิภาวะและความเข้าใจของเด็ก

นอกจากนี้ วิคเตอร์ได้เสนอความคิดเห็นเพิ่มเติมอีก เกี่ยวกับการจัดลำดับของแนวคิดรวบยอดที่จะสอน ว่าจะต้องมีความสัมพันธ์และช่วยสร้างเสริมพื้นฐานในสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น แนวคิดรวบยอด ในเรื่อง แม่เหล็ก ไฟฟ้าสถิต ไฟฟ้ากระแส สามารถรวมกันเป็น ๑ สาขาวิชา หรือ แรงเสียดทาน ความร้อน เชื้อเพลิง และเครื่องยนต์ รวมเป็นหนึ่งสาขาวิชา ฯลฯ บางหัวข้อในแต่ละสาขาวิชาอาจนำมาสอนในชั้นเดียวกัน เพราะมีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดและทฤษฎีร่วมกัน เช่น ความเข้าใจทฤษฎีเรื่องโมเลกุล จะนำมาอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับความร้อน เสียง แม่เหล็ก และสถานะของสสารได้มาก

301452

---

[6] Edward Victor, Science for The Elementary School (New York: The Macmillan Company, 1965), pp. 31 - 34.

มาย ซึ่งจะช่วยประหยัดเวลาในการสอนซ้ำโดยไม่จำเป็น และในเวลาเดียวกันก็ทำให้เข้าใจทฤษฎีได้ดียิ่งขึ้น ในการจัดหัวข้อและแนวคิดจะต้องคำนึงถึงความสามารถในด้านความเข้าใจเหตุและผล ความสามารถในการระลึกถึงความคิดที่เป็นนามธรรม โดยทั่วไปเราถือว่า ในระดับชั้นอนุบาลถึงชั้นสอง เด็กสามารถเรียนรู้โดยรู้จักปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของสิ่งแวดล้อม ในระดับชั้นสามถึงสี่ สามารถเข้าใจเหตุและผลอย่างง่าย ๆ และในระดับชั้นห้าถึงหก สามารถเข้าใจเหตุและผลที่ซับซ้อนและเป็นนามธรรมมากขึ้น แต่ก็อาจมีการยืดหยุ่นเพื่อให้เด็กได้เรียนรู้แนวคิดที่สำคัญ และมีความเข้าใจให้เร็วขึ้นเท่าที่เขาจะสามารถเรียนได้

อาจจะสรุปได้ว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษา จำเป็นต้องคำนึงถึงหลักการใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้[7]

1. ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง โครงสร้าง, วิธีการ และแนวคิดรวบยอด

2. ธรรมชาติของผู้เรียน หมายถึง ทางด้านแรงกระตุ้น วิธีการคิด (Cognitive style) , สภาพอารมณ์ และศักยภาพทางด้านสติปัญญา

3. ธรรมชาติของผู้สอน หมายถึง วิธีการคิด, ความสามารถในการใช้คำพูดและการสื่อความหมาย การควบคุมตนเอง ความเข้าใจปรัชญาทางการศึกษา มีความรู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์

4. ธรรมชาติของการเรียน หมายถึง ขบวนการเรียนรู้ สภาพการณ์ และจุดมุ่งหมาย

5. ธรรมชาติของหลักสูตร หมายถึง รูปองค์ประกอบ ลำดับ เนื้อหาสาระ ขบวนการ

6. ธรรมชาติของโครงสร้างสังคม หมายถึง ความต้องการและแรงกระตุ้นจากสภาพสังคมและวัฒนธรรม

---

[7]Hurd, op.cit., p. 31.

เพื่อให้มองเห็นภาพของลักษณะทั้ง 6 ประการที่กล่าวมาแล้วชัดเจนยิ่งขึ้น จึงขอนำความคิดเห็นของเกรก[8](Craig) ที่กล่าวสรุปรวมไว้ว่า ครูควรจัดชอบข่ายของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้น่าสนใจ เด็กบางคนสนใจเรื่องสัตว์ ไฟฟ้า ดวงดาวฯลฯ แต่ครูจะต้องมีความสามารถในการเตรียมการสอนที่จะชักจูงให้เด็กที่สนใจเรื่องสัตว์เท่านั้นสนใจเรื่องไฟฟ้า หรือเรื่องอื่น ๆ ได้ด้วย ถ้าเรื่องเหล่านั้นได้มีการปรับปรุงอย่างดีให้เหมาะสมกับความสามารถและประสบการณ์ของเด็ก ครูจึงจำเป็นต้องเข้าใจเด็กที่คนสอนได้ดีเท่ากับความรู้ในเรื่องวิทยาศาสตร์

เกรก ได้ย้ำในเรื่องเนื้อหาที่จำเป็นต่อความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน โดยทั่วไปเราพบว่า เด็กผู้ชายสนใจวิทยาศาสตร์ เรื่องไฟฟ้า เครื่องกล และเครื่องใช้ทางวิทยาศาสตร์กายภาพมากกว่าเด็กผู้หญิง ทั้งนี้เนื่องจากโรงเรียนและบ้านมักจะมีแนวโน้มโดยทั่วไปที่จะคิดว่า เด็กผู้หญิงไม่สนใจในสิ่งเหล่านี้ เช่น จากการที่ให้ตุ๊กตาเป็นของเล่นแก่เด็กผู้หญิงมากกว่าที่จะให้รถไฟฟ้า หรือแม้แต่ที่โรงเรียนครูก็มักจะใช้ให้นักเรียนชายทำกิจกรรมที่เกี่ยวกับสายไฟฟ้า การต่อไฟฟ้า กระดิ่งไฟฟ้า ฯลฯ แต่ในปัจจุบันนี้แม่บ้านสมัยใหม่จะเป็นบุคคลที่ต้องใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ทุกวัน และเป็นที่ยอมรับกันว่า บ้านในอนาคตจะต้องมีเครื่องใช้ไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผลเช่นนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ทุกคนมีความรู้ในเรื่องไฟฟ้า ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันมาก

ในด้านการจัดเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วถึงหลักสูตรของโรงเรียนลอสแองเจลลีส[9] มีเนื้อหาวิชาสอดคล้องกับที่ เคสเสน[10] ได้กล่าวไว้เกี่ยวกับความรู้วิทยาศาสตร์ที่นักเรียนควรได้เรียนมากที่สุดที่เขาจะสามารถเข้าใจได้ เช่น ในทางด้าน

---

[8]Gerald S. Graig, Science for The Elementary School Teacher (5th ed., Messachusetts: Ginn and Company, 1966), p. 23.

[9]Michaelis, loc.cit.

[10]William Kessen, "Statement of Purpocs and Objectives of Science Education in The Elcmentary School," Journal Research in Science Teaching, 2 (Issue 1, 1964), 6.

วิทยาศาสตร์กายภาพ มีหัวข้อที่ควรสอนดังนี้

> ... The structure and reactions of matter from the smallest particles to their combination in minerals and rock; elements, compounds and mixtures, large and small molecules, atoms, protons, newtrons, and electrons;
>
> ... The conservation and transformation of energy the electro-magnetic spectrum, energy of motion and potential energy, electrical energy and chemical energy; force and work, gravitational and magnetic field.

ประเทศที่กำลังพัฒนาอยู่ในยุคแห่งความเจริญก้าวหน้าในทางวิทยาศาสตร์จำเป็นที่พลเมืองของประเทศจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานที่ดี ที่เรียกว่า การศึกษาพื้นฐานทั่วไป (General Education) ซึ่งหมายถึงระยะแรกของการเรียนวิทยาศาสตร์นั้น ผู้เรียนควรจะได้เรียนรู้อย่างกว้าง ๆ เพื่อประโยชน์แห่งการปรับตนและการดำรงชีวิตเป็นสำคัญ มากยิ่งกว่าการเรียนลึกลงไปในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์แขนงหนึ่งแขนงใดโดยเฉพาะ ความมุ่งหมายนี้นับวันก็จะมีความสำคัญแก่ประเทศของเรามากขึ้นเรื่อย ๆ จึงควรจะได้กำหนดความมุ่งหมายของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ดังกล่าวนี้ไว้ให้เป็นที่ชัดแจ้งในหลักสูตร ประมวลการสอน หนังสือเรียน วิธีสอน และพยายามที่จะดำเนินการเพื่อความมุ่งหมายอันสำคัญนี้[11]

เท่าที่แล้วมาและที่กำลังเป็นอยู่ วงการศึกษาของประเทศไทยไม่ได้ให้ความสนใจในความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ดังกล่าวแล้วมากเท่าที่ควร เป็นผลให้ครูบาอาจารย์ของประเทศเราไม่ค่อยมีความรู้ความเข้าใจและมีประสบการณ์ในเรื่องนี้ดีพอ ทำให้ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสังคมปัจจุบันได้อย่างหนึ่ง และไม่สามารถที่จะสั่งสอนศิษย์ได้ด้วยดีอีกอย่างหนึ่ง ผลที่ลาดหมายก็คือ

---

[11]พิทักษ์ รักษพลเดช, "ครูกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์," วารสารสภาการศึกษาแห่งชาติ, 4 (เมษายน, 2513), 3 - 8.

พลเมืองของประเทศเรายังจะไม่มีความสามารถในทางวิทยาศาสตร์ไปอีกเป็นเวลานาน เว้นแต่จะได้ร่วมมือร่วมใจกันทำการแก้ไขข้อบกพร่องดังกล่าวนี้เป็นการรีบด่วน

ครู-อาจารย์ทั้งหลาย โดยเฉพาะครูวิทยาศาสตร์ควรจะได้เข้าถึงประโยชน์และความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อมนุษย์และสังคมมนุษย์ ในแง่ต่าง ๆ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ช่วยก่อให้เกิดอาชีพต่าง ๆ ขึ้นมากมาย
2. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดความเจริญทางร่างกายและจิตใจ
3. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เป็นผู้บริโภคที่ใช้สินค้าและบริการใด ๆ อย่างถูกต้อง
4. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เป็นผู้ผลิตอย่างสามารถ
5. วิทยาศาสตร์ช่วยให้ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์
6. วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดปรัชญาการดำรงชีวิต
7. วิทยาศาสตร์ช่วยให้ปลอดภัย
8. วิทยาศาสตร์ช่วยให้รู้จักใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เป็นประโยชน์
9. วิทยาศาสตร์ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มาก
10. วิทยาศาสตร์ช่วยให้สังคมมีความสามารถใช้เทคโนโลยีผลิตสิ่งของต่าง ๆ

จากการสำรวจตัวเลขพบว่า ประเทศไทยซึ่งกำลังมีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างรีบด่วนนี้ ยังขาดกำลังคนที่มีความรู้ความสามารถในทางวิทยาศาสตร์อยู่เป็นจำนวนมาก เรามีนักวิทยาศาสตร์และนักเทคโนโลยีประมาณแปดพันคน หรือคิดเป็น 1 คนต่อประชากร 4,000 คน แต่ประเทศญี่ปุ่นมีนักวิทยาศาสตร์ 1 คน ต่อประชากร 480 คน จากสถิตินี้จะเห็นว่าประเทศไทยมีความจำเป็นต้องรีบพัฒนาการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อผลิตนักวิทยาศาสตร์ให้เพียงพอกับความต้องการของประเทศใน

ยุคนี้[12] และปรับปรุงหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ของโรงเรียนโดยทั่วไป ตั้งแต่ชั้นอนุบาล เพื่อให้การเรียนรู้สนองตามความคิดเห็นที่กล่าวมาแล้ว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดทำหลักสูตรเนื้อหา การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา และในด้านที่เน้นเล็งถึงความสำคัญ ความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกสาขาในระดับชั้นนี้ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ปรากฏว่าทำกันในต่างประเทศมากพอสมควร แต่ในประเทศไทยงานวิจัยในด้านนี้ยังไม่เคยมีผู้ใดทดลองวิจัยเลย จะมีก็แต่ในด้านการทดลองวิธีการสอน การศึกษาปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ และการศึกษาความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ จึงใคร่จะยกงานวิจัยที่ทำในต่างประเทศมาเสนอให้ทราบถึงความเป็นมา ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1959 วีเวอร์ และโคลแมน[13] (Weaver and Coleman) ได้ทำการศึกษาชั้นปริญญาโท หาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจในการเรียนแนวคิดรวบยอดวิทยาศาสตร์บางเรื่องกับความสามารถทางสมองของนักเรียนเกรด 1 โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 25 คนจากโรงเรียนในจอร์เจียที่มีความสามารถทางสมองอยู่ในระดับเฉลี่ยและที่ต่ำกว่าระดับเฉลี่ยทำการสอนแนวคิดรวบยอดที่จัดทำขึ้นในเวลา 8 สัปดาห์ แล้วจึงทดสอบความสามารถทางสมองและใช้แบบทดสอบของครูทดสอบ 6 ครั้ง จากผลการวิจัยพบว่า

1. มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจแนวคิดรวบยอด และความ

---

[12]สิปปนนท์ เกตุทัต, เรื่องเดิม หน้า 9.

[13]Edward K. Weaver and Sara Gannoway Coleman, "The Relationship of Certain Science Concepts to Mental Ability and Learning of First Grades," Science Education, 47 (December, 1963), 490-494.

สามารถทางสมองสูง และสูงขึ้นเรื่อย ๆ ในการทดสอบแต่ละครั้ง

2. นักเรียนที่มีความสามารถทางสมองโดยเฉลี่ยและต่ำกว่าเฉลี่ย สามารถเรียนมโนคติรวบยอด วิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับ เวลา การเปลี่ยนแปลง ความแปรปรวนได้ เช่น สิ่งที่มีชีวิตเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ได้ ฯ

3. นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจโดยวิธีการสอนแบบแก้ปัญหา

หลังจากนั้น ในปี ค.ศ. 1963 อินบอดี้[14] ได้ทำการวิจัยกับเด็กในระดับอนุบาลในด้านความเข้าใจมโนคติรวบยอดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ ในการศึกษาขั้นปริญญาเอก เขาใช้กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นอนุบาลจากโรงเรียนในแคบซัสซิตี้ มิสซูรี จำนวน 50 คน โดยใช้วิธีการสาธิตสัมภาษณ์ (Demonstration Interview) ให้เด็กอธิบายเหตุผลของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เขาเตรียมขึ้นจากการทดลองบ้าง ให้ดูรูปภาพบ้าง หรือจากคำถามโดยไม่มีอุปกรณ์แสดงประกอบ จากหัวข้อปรากฏการณ์ธรรมชาติที่คัดเลือกมาจากหนังสือแบบเรียนชั้นอนุบาลถึงชั้นปีที่ 2 หัวข้อทั้งหมดที่ทำการสาธิตสัมภาษณ์ 16 หัวข้อ คือ

- อากาศมีอยู่ทุกหนทุกแห่ง
- เราไม่สามารถมองเห็น, ได้กลิ่น หรือรู้รสอากาศ
- ลมก็ออากาศที่เคลื่อนไหว
- อากาศมีน้ำหนัก
- อากาศต้องการที่อยู่

---

[14] Donald Inbody, "Children's Understanding of Natural Phenomena," Science Education, 47 (April, 1963), 270-278.

- ฝนตกลงมาจากเมฆ
- ฝนคือน้ำ
- น้ำระเหยขึ้นไปในอากาศ
- ดวงอาทิตย์และลมช่วยทำให้การระเหยเร็วขึ้น
- น้ำที่ระเหยขึ้นไปจะกลายเป็นเมฆและฝน
- น้ำกลายเป็นน้ำแข็ง ถ้าได้รับความเย็นพอเพียง
- น้ำแข็งละลายกลายเป็นน้ำเมื่อได้รับความร้อนพอเพียง
- ไฟฟ้าให้แสงสว่าง ความร้อน และใช้ทำงานได้
- ของบางสิ่งลอยในน้ำ บางสิ่งไม่ลอย

จากการวิจัย ผลปรากฏว่า

1. เมื่อจัดลำดับ (Rank) คำตอบของเด็กที่ใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติมีลำดับ ดังนี้

1.1 การอธิบายอย่างมีเหตุผลเกี่ยวกับธรรมชาติ แต่ให้องค์ประกอบที่จะเป็นตัวอธิบายเหตุผลไม่ถูกต้อง

1.2 การอธิบายไม่ค่อยถูกต้อง ไม่มีเหตุผล มักจะเกี่ยวกับพระเจ้า

1.3 การอธิบายเหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ที่สุด

1.4 การอธิบายซ้ำหรือทวนจากปรากฏการณ์ที่สังเกตเห็น

1.5 การอธิบายเหตุผลถูกต้อง แต่ใช้คำพูดยืดยาว

2. ผลอาจสรุปได้ว่า นักเรียนสามารถเข้าใจเหตุและผลได้ดีพอสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปรากฏการณ์ธรรมชาติที่เขาสามารถมีประสบการณ์ตรง

ผู้วิจัยได้กล่าวว่ามีปรากฏการณ์ธรรมชาติบางอย่างที่ค่อนข้างยากและนักเรียนจะต้องเรียนรู้ธรรมชาติของสิ่งที่ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ธรรมชาติก่อน.. การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการให้ผลการวิจัยมีประโยชน์ต่อการสอน การจัดหลักสูตรให้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษา และได้เสนอแนะให้ทำการวิจัยปรากฏการณ์ธรรมชาติเพิ่มเติมขึ้น ใช้กลุ่มตัวอย่างมากขึ้น หรือจะใช้เป็นแบบการศึกษากลุ่มตัวอย่างเป็นระยะยาว ในด้านความเข้าใจและการพัฒนาความคิดเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์

ในปีเดียวกันนั้น แฮร์ริส[15] (Harris) ได้ทำการวิจัยหาวิธีการที่จะจัดเนื้อหาวิทยาศาสตร์ตามลำดับขั้น โดยเลือกเนื้อหาจากเรื่องโมเลกุลหรือทฤษฎีการถ่ายเทความร้อน (Molecular or Kinetic Theory of Heat) ทดลองสอนนักเรียนโรงเรียนทดลองของวิสคอนซิล สเตทคอลเลจ (Laboratory School of Wisconsin State College) ที่เรียนในเกรด 4 - 5 - 6 จำนวนทั้งหมด 74 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจทั้งแนวคิดรวบยอดที่สำคัญ และแนวคิดย่อย ๆ ในเรื่องนี้ได้ แต่สำหรับนักเรียนเกรดสี่ การจัดสอนเนื้อหาเหล่านี้ยังไม่ค่อยเหมาะสมนัก เพราะค่อนข้างยากเกินไป

ในปี ค.ศ. 1964 เบนเนท[16] (Bennett) ได้ทำการวิจัยทดลองสอนหลักและแนวคิดรวบยอด เรื่องสัตว์ทะเลแก่นักเรียนเกรดห้า เบนเนทได้เสนอจุดมุ่งหมายของ

---

[15] William Harris, "A Technique for Grade Placement in Elementary Science," Journal of Research in Science Teaching, 2, (April, 1964), 43-50.

[16] Lloyd M. Bennett, "Teaching Selected Science Principles and Concepts in The Fifth Grade Contained in a Unit about Marine Animals," Science Education, 52 (Febuary, 1968), 66-74.

การทดลองสอนหน่วยนี้ เพราะต้องการการสนับสนุน, ประเมินผล และวิเคราะห์ เพื่อให้ได้มาซึ่งหน่วยการสอนซึ่งประกอบด้วยหลักและแนวคิดที่ถูกต้อง และสามารถนำไปสอนในระดับเกรดต่ำของโรงเรียนอื่น ๆ ได้ เบนเนททดลองสอนนักเรียนเกรดต่ำโรงเรียนสาธิตของ Texas Woman's University นักเรียนจำนวน 25 คน สอน 9 วัน วันละ 35 นาที โดยใช้วิธีสอนแบบตอบคำถามและทำการสังเกตจากอ่างกระจกเลี้ยงสัตว์ทะเลพวก หอยมุก, ปู และหอยกาบ และทำแบบทดสอบก่อนสอนและหลังสอน จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนเกรดต่ำสามารถเรียนรู้หน่วยการสอนนี้ได้ นักเรียนมีความสนใจตลอดจนอุปกรณ์ต่างก็เหมาะสมกับระดับชั้น และครูก็สามารถที่จะนำไปสอนได้ นอกจากหน่วยการสอนนี้แล้ว แอชโบช[17] (Ashbaugh) ได้ทดลองสอนเพื่อเลือกแนวคิดหน่วยภูมิวิทยา สำหรับนักเรียนเกรด 4 - 5 - 6 จำนวนนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองรวม 430 คน ในแต่ละกลุ่มแบ่งเป็นหมู่สูงและหมู่ต่ำ โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทดสอบสติปัญญา นักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในด้าน อายุ, เพศ การสอนในแต่ละกลุ่ม, ระดับสติปัญญา, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ในปีก่อน และสภาพสังคมเศรษฐกิจ แอชโบช์ทำการทดลองสอน 8 สัปดาห์ เฉพาะในกลุ่มทดลองทั้งหมู่สูงและหมู่ต่ำ หลังจากนั้นทดสอบด้วยแบบทดสอบที่เขาจักทำขึ้นเอง แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้ Analysis of Co-Variance ปรากฏว่า

1. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างหมู่สูงและหมู่ต่ำในกลุ่มทดลอง

2. มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ทั้ง 2 หมู่ คือ สูงและต่ำ)

---

[17] A.C.Ashbaugh, "Selection of Geological Concepts for Intermediate Grades," Science Education, 52(March,1968), 189-195.

3. ในแต่ละชั้น คือ เกรด 4 - 5 - 6 ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญคือ

3.1 คะแนนทดสอบระหว่างนักเรียนเกรดหกกับเกรดห้า

3.2 คะแนนทดสอบระหว่างนักเรียนเกรดหกกับเกรดสี่

3.3 คะแนนทดสอบระหว่างนักเรียนเกรดห้ากับเกรดสี่

ผู้วิจัยได้สรุปเพิ่มเติมว่า การสอนโดยวิธี Demonstration Teaching ทำให้นักเรียนสนใจ ช่วยนักเรียนในการแก้ปัญหา ทั้งนักเรียนที่เรียนช้าและเรียนเร็ว และช่วยให้เรียนรู้สภาพการณ์ใหม่ ๆ ผลที่ได้จากการวิจัยนี้จะช่วยสนับสนุนการจัดทำหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์สำหรับชั้นประถมศึกษา เพราะพบว่ามีแนวคิดรวมยอดของวิทยาศาสตร์ด้านนี้ที่เหมาะสมกับหลักสูตรถึง 37 หัวข้อใน 40 หัวข้อที่เขาจัดทำขึ้น นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้เสนอแนะหัวข้อสำหรับที่จะทำการวิจัยต่อไป เช่น ศึกษาวิธีการที่จะแบ่งกลุ่มเด็กในการสอน วิธีการสอนเด็กกลุ่มที่เรียนช้า และช่วงระยะเวลาที่ควรทำการสอนวิทยาศาสตร์ในแต่ละครั้ง

ในปีเดียวกัน ชราเดอร์[18] (Shrader) ได้ทำการวิจัยเพื่อศึกษาความเข้าใจของนักเรียนเกรดห้าและหกที่มีต่อแนวคิดหลักทางเคมีบางเรื่องที่สอนในวิทยาลัยปีที่หนึ่ง โดยศึกษาจากการทดลองสอนและเปรียบเทียบคะแนนทดสอบก่อนและหลังสอนของนักเรียนกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลอง และนักศึกษาปีที่หนึ่งในวิทยาลัย ตลอดจนสังเกตพฤติกรรมตอบสนองของนักเรียนกลุ่มทดลอง ผู้วิจัยใช้กลุ่มทดลองจากนักเรียนโรงเรียนฮีเบเลอร์ (Hebeler Elementary School) กลุ่มควบคุมจากนักเรียนโรงเรียนวอชิงตัน

---

[18] John S.Shrader, "The Understanding of Selected Principles of College Chemistry by Intermediate Grade Pupils," Science Education, 52 (March, 1968), 196-199.

(Washington Elementary School) และนักศึกษาจากเซนทรัล วอชิงตัน สเตท คอลเลจ (Central Washington State College) ส่วนเนื้อหาจากหนังสือแบบเรียนของวิทยาลัย ผู้วิจัยเป็นผู้ทำการทดลองสอนเอง 24 วัน แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้ t -test ของความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของการทดสอบก่อนและหลังการสอนในแต่ละกลุ่ม ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้

1. นักเรียนเกรดห้าและหก สามารถเรียนรู้และเข้าใจแนวคิดรวบยอดวิชาเคมีที่สอนในวิทยาลัยปีที่หนึ่งได้ ช่วงระยะเวลาในการเข้าห้องทดลองมีประโยชน์มากในการสอน

2. แนวคิดรวบยอดพื้นฐานวิชาเคมีของนักศึกษาในวิทยาลัย ซึ่งได้รับการสอนมาจากโรงเรียนมัธยม มีขอบเขตจำกัดมาก นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะสำหรับทำการวิจัยต่อไปอีก ดังนี้

1. ควรจะได้มีการวิจัยความเข้าใจแนวคิดรวบยอดวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ ในระดับสูงกว่าของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. คณะต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัย ควรจะให้ความร่วมมือในการจัดทำเนื้อหาวิชาที่จะนำมาทดลองสอน

3. ควรจัดทำการวิจัยในด้านอื่น เช่น

3.1 คุณค่าของห้องทดลองที่เป็นเสมือนวิธีการที่ช่วยในการสอน ในระดับประถมศึกษา

3.2 ศึกษาแนวคิดรวบยอดที่เหลืออยู่ ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในช่วงเวลาต่าง ๆ

3.3 ศึกษาระดับอายุของนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่สามารถเรียนแนวคิดรวบยอดวิทยาศาสตร์นี้เป็นนามธรรม

3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการสอน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.5 เปรียบเทียบสัมฤทธิ์ผลการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเรียนกับครูที่ได้รับการฝึกหัดทางการสอนวิทยาศาสตร์เพียงเล็กน้อย และกับครูที่ได้รับการฝึกหัดทางการสอนวิทยาศาสตร์อย่างดี