บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้นำเสนอผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการรายงานผลการศึกษาเอกสารและงานวิจัยในบทนี้ ผู้วิจัยนำเสนอเนื้อหาตามลำดับดังต่อไปนี้

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และการศึกษาวิทยาศาสตร์
2. วิธีการและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
3. ความยั่งยืนของการจัดการศึกษา
4. งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการพัฒนาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ของไทย
5. ความหมายของการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล
6. ระบบการประเมินที่ส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล
7. งานวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven reform) ในประเทศไทย
8. มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา (Educational Value-Added outcome)
9. การวิเคราะห์พหุระดับ (Hierarchical data & multilevel analysis) กับการประมาณค่ามูลค่าเพิ่มทางการศึกษา
10. การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา
11. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสำคัญของวิทยาศาสตร์และการศึกษาวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติ สิ่งมีชีวิต และเทคโนโลยี การศึกษาและพัฒนาวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของประชาชน เศรษฐกิจและสังคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันทำให้เกิดนวัตกรรมต่างๆ ทำให้เกิดสิ่งใหม่ที่ช่วยให้การดำรงชีวิตของประชาชนดีมากขึ้น ทั้งนี้ Das, Amritra, และ Singh (2014) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อมนุษย์ 3 ประการ คือ วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิต เช่น วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการดูแลรักษาสุขภาพที่ช่วยให้ประชาชนมีสุขภาพดีมากขึ้น ประการที่สองคือ วิทยาศาสตร์ทำให้การดำเนินชีวิตดีมากขึ้นอันเนื่องมาจากการมีสิ่งประดิษฐ์คิดค้นที่ทำให้การดำเนินชีวิตของประชาชนดูมากขึ้น เช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้าทำให้ชีวิตของประชาชนสุขสบายมากขึ้น ประการที่สาม คือ วิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจ เช่น การทำงานและการจ้างงาน เป็นต้น

ดังนั้นการสอนวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญในแง่ที่จะช่วยให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์สามารถนำความรู้ไปใช้พัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างความสุขสบายให้กับมนุษย์ การทำงาน รวมถึง

การมีความรู้ที่จะสามารถใช้วิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ศูนย์วิชาการ Lorentz (2018) ของประเทศเนเธอร์แลนด์ กล่าวว่าการสอนวิทยาศาสตร์มีความสำคัญสองประการ คือ 1) การสอนวิทยาศาสตร์ทำให้พัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้เรียนโดยสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกและสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ 2) การสอนวิทยาศาสตร์ทำให้มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำมาพัฒนาพัฒนานวัตกรรมเพื่อสร้างมูลค่าให้กับประเทศชาติและสังคม การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของผู้เรียน หมายถึง การจัดการศึกษาให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอและมีความพร้อมในการใช้ชีวิตในสังคมอย่างมีคุณภาพ การใช้กระบวนการและแนวคิดของวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันจะช่วยให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปใช้ในชีวิตประจำวันต้องไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ดังนั้นประชาชนต้องมีความเข้าใจทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างเพียงพอจึงจะสามารถใช้เทคโนโลยีที่สอดคล้องและกลมกลืนกับธรรมชาติได้อย่างเหมาะสม สำหรับเป้าหมายของการพัฒนาประเทศชาติและสังคม หมายถึง การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่สามารถผลิตและเตรียมบุคลากรที่มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะกระบวนการในการแก้ปัญหาเพื่อหวังให้ผู้เรียนในฐานะประชาชนของชาติช่วยเสริมสร้างขีดความสามารถทางการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศและช่วยพัฒนาประเทศให้มั่นคงยั่งยืน

2. วิธีการและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

วิธีการและแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีความหลากหลาย มีทั้งการใช้วิธีการสอนที่หลากหลายและเหมาะสมกับผู้เรียน การพัฒนาหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนวิทยาศาสตร์ การพัฒนาครูในด้านความรู้ด้านเนื้อหาและการวัดและประเมินผลในชั้นเรียน การนำเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนการสอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม

ในด้านวิธีการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์นั้น นักวิจัยส่วนใหญ่เสนอให้ใช้การเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based teaching) เพราะมีประสิทธิภาพมากกว่าการสอนแบบบรรยายของครู การสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง วิธีการอันหลากหลายที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาธรรมชาติและใช้สรุปและอธิบายปรากฏการณ์และข้อค้นพบต่างๆ ที่ได้มาจากการศึกษา การสังเกต และการทดลอง เมื่อกล่าวถึงการนำการสืบเสาะหาความรู้ไปใช้ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์วิชานั้น การสืบเสาะหาความรู้มีความหมายครอบคลุมไปถึงกิจกรรมต่างๆ ที่นักเรียนใช้สร้างความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์ของวิทยาศาสตร์ (National Research Council, 1996) National Research Council (2000) ได้สรุปขั้นตอนและกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสอนแบบสืบเสาะในชั้นเรียนไว้ 8 ประการ คือ

1. ระบุปัญหาที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์
2. ออกแบบและดำเนินการตรวจสอบปัญหา
3. ใช้เครื่องมือและเทคนิคในการเก็บข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลและอธิบายข้อมูลที่เหมาะสม
4. อธิบาย ทำนายและสร้างโมเดลแสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรจ่างๆ จากข้อมูลการทดลองที่ได้

5. สร้างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล หรือหลักฐาน กับคำอธิบาย โดยใช้วิธีการคิดอย่างวิเคราะห์และมีเหตุผล
6. วิเคราะห์หาคำอธิบายและการทำนายแบบอื่น ๆ ที่เป็นไปได้
7. เผยแพร่กระบวนการและคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้อื่นทราบ
8. ใช้คณิตศาสตร์ในทุกขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้

ผลการวิจัยหลายชิ้นพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะทำให้นักเรียนมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ลึกซึ้งมาก (Brown & Campione, 1994; Glasson, 1989; Mechling & Oliver, 1983; Tal, Krajcik, & Blumendfeld, 2006)

2.2 การปรับปรุงหลักสูตรและมาตรฐานการศึกษา

การพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์จะเน้นให้มีหลักสูตรที่ให้ผู้เรียนได้ทดลองและคิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่มีการเชื่อมโยงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวัน (Roseman, Linn, & Koppal, 2008) สำหรับด้านการจัดเนื้อหาของหลักสูตรนั้น นักการศึกษาเน้นให้มีการทำหลักสูตรที่ละเอียดลึกซึ้งและมีเนื้อหาเชื่อมโยงกันทั้งในแนวราบและแนวนอน (Schmidt, McKnight, Cogan, Jakwerth, & Houang, 1999) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถมีความรู้เชื่อมโยงกันในแต่ละหน่วยของการเรียน และเชื่อมโยงกับเนื้อหาในระดับที่สูงขึ้น ในการนี้หลักสูตรต้องพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้เพียงพอสำหรับการเรียนในระดับที่สูงขึ้น นอกจากนี้ ยังมีการจัดทำมาตรฐานด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (content standard) และมาตรฐานด้านความสามารถของนักเรียน (performance standard) ที่นักเรียนควรรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยทั่วไปมาตรฐานด้านเนื้อหาคือการกำหนดถึงสิ่งที่นักเรียนควรรู้ เข้าใจ และสามารถปฏิบัติได้ ส่วนมาตรฐานด้านความสามารถของนักเรียน คือ สิ่งที่ใช้ชี้วัดว่านักเรียนมีความสามารถผ่านมาตรฐานด้านเนื้อหา มาตรฐานด้านความสามารถของนักเรียนจึงประกอบด้วยตัวบ่งชี้ต่างๆ เพื่อใช้ประเมินความสามารถของนักเรียนเทียบกับมาตรฐานด้านเนื้อหา (National Research Council, 1999) ประเทศสหรัฐอเมริกา มีการกำหนดให้แต่ละรัฐต้องจัดทำมาตรฐานด้านเนื้อหาและมาตรฐานด้านความสามารถของนักเรียน นอกจากนี้แต่ละรัฐต้องพัฒนาระบบการประเมินผลการศึกษาเพื่อประเมินว่านักเรียนมีความรู้ตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นหรือไม่ โรงเรียนที่ไม่สามารถพัฒนาผู้เรียนให้ผ่านมาตรฐานจะได้รับการแทรกแซงด้านงบประมาณและการบริหารจัดการจากรัฐ การมีมาตรฐานด้านเนื้อหาและและมาตรฐานด้านความสามารถของนักเรียนมีประโยชน์ทั้งตัวครูและนักเรียน และกระตุ้นและควบคุมให้ครูต้องจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับมาตรฐาน การมีระบบประเมินความสามารถของนักเรียนเทียบกับมาตรฐานจะช่วยให้รัฐแต่ละรัฐสามารถประเมินคุณภาพการศึกษาของตนเองได้ และสามารถหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขได้ด้วยตนเอง

2.3 การใช้การวัดผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้

การใช้วิธีการวัดและประเมินผลผู้เรียนที่มีคุณภาพ คือการใช้การประเมินผลการเรียนเพื่อการปรับปรุงการเรียนการสอนของครู เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาการเรียนของนักเรียนได้ วิธีการที่ได้รับความสนใจมากใน

ขณะนี้ คือการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for learning) การประเมินในลักษณะนี้เป็นการใช้การประเมินอย่างสม่ำเสมอเพื่อติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียน ครูสามารถใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงแผนการสอนและวิธีการสอนของครูเพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนดีขึ้น (Vendlinski, Nagashima, & Herman, 2007) ในการประเมินด้วยวิธีการแบบนี้ ครูต้องใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายเพื่อวัดความรู้และผลการปฏิบัติงานของผู้เรียน ให้ข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียนและข้อเสนอแนะที่มีคุณภาพแก่ผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบว่าต้องปรับปรุงการเรียนของตนเองอย่างไร

2.4 การปรับปรุงการผลิตครูวิทยาศาสตร์

โดยทั่วไป การผลิตครูวิทยาศาสตร์มีสองแนวทางใหญ่ที่ใช้กันหลายประเทศ คือ การคัดเลือกคนที่จบวิทยาศาสตร์มาเป็นครู แต่ผู้ได้รับการคัดเลือกต้องมีความรู้ด้านการสอนด้วย แนวทางที่สอง คือ การผลิตครูโดยสถาบันการผลิตครู ซึ่งสถาบันนี้จะมีการเตรียมครูในด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์และวิธีการสอน ปัจจุบันนี้สถาบันการผลิตครูได้ถูกตั้งคำถามเกี่ยวกับคุณภาพของการผลิตครู และคนเก่งไม่ต้องการเรียนครูเพราะค่าตอบแทนและเงินเดือนของครูต่ำ (ชนิตา รักษ์พลเมือง และ จรูญศรี มาดิลกโกวิท, 2547) ปัจจัยเหล่านี้ทำให้คุณภาพการผลิตครูลดลง เมื่อคุณภาพของครูวิทยาศาสตร์ลดลง การพัฒนาครูวิทยาศาสตร์มีทั้งการพัฒนาครูประจำการให้มีความรู้ด้านเนื้อหา ด้านการสอนและการประเมินผลการเรียนให้ดีขึ้น รวมถึงการพัฒนาหลักสูตรการผลิตครูให้ดีขึ้น เช่น กระทรวงศึกษาธิการกำหนดแผนนโยบายและแผนปฏิรูปการผลิตครู ปี พ.ศ. 2545 – 2549 ด้วยการกำหนดให้มีหลักสูตรการผลิตครู 5 ปี และการผลิตครูโดยการรับนักศึกษาที่จบปริญญาสาขาอื่น เป็นต้น ส่วนแผนยุทธศาสตร์การปฏิรูปครูและบุคลากรทางการศึกษา (พ.ศ. 2547-2556) ของกระทรวงศึกษาธิการกำหนดให้มีการฟื้นฟูวิชาชีพครู การพัฒนาศักยภาพครูโดยยึดโรงเรียนเป็นฐานหรือการพัฒนาทั้งโรงเรียน สนับสนุนส่งเสริมเครือข่ายพัฒนาและจัดระบบสนับสนุนการพัฒนาครู นอกจากนี้ยังกำหนดให้มีการผลิตครูแนวใหม่ ปรับปรุงสถาบันการผลิตครู ปรับปรุงกระบวนการคัดเลือกผู้มาเรียน พัฒนาหลักสูตรการผลิตครู พัฒนาอาจารย์ครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ (ชนิตา รักษ์พลเมือง และ จรูญศรี มาดิลกโกวิท, 2547) สำหรับในประเทศอเมริกา มีการกำหนดในกฎหมายว่าครูต้องมีความรู้ความสามารถเพียงพอเพื่อให้การจัดการศึกษาประสบผลสำเร็จตามมาตรฐาน การคัดเลือกครูจะใช้วิธีการทดสอบทั้งในด้านความรู้ด้านเนื้อหาและการสอน

2.5 การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสอน

นอกจากนี้ ในการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ยังมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนด้วยการใช้เทคโนโลยีมาช่วยในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสนใจวิทยาศาสตร์และสามารถเข้าใจมโนทัศน์ของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกันได้ และเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ความรู้เพื่อเข้าใจธรรมชาติรอบๆ ตัวได้ การนำคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น เพราะนักเรียนสามารถสำรวจ ทดลอง คิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองผ่านสื่อคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างของการนำคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูอย่างเป็นระบบ คือ การร่วมมือกันของ The Technology Enhanced Learning

in Science (TELS) Center และ Center for Curriculum Materials in Science (CCMS) ซึ่งเป็นโครงการวิจัยเพื่อส่งเสริมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีมหาวิทยาลัยและองค์กรต่างๆ จำนวนกว่า 25 แห่งเข้าร่วมโครงการนี้ (Kali, Kappal, Linn, & Roseman, 2008) หลักการสำคัญของโครงการนี้ คือการพัฒนาบรรยากาศของการเรียนให้ผู้เรียนสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ การออกแบบการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนแต่ละคน การออกแบบการสอนและสื่อการสอนให้สอดคล้องกับมาตรฐานด้านเนื้อหา การกำหนดเป้าหมายของการเรียนการสอน และวิธีการประเมินความรู้ของนักเรียน ในด้านกระบวนการเรียนการสอนนั้นจะมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการพัฒนาสื่อการสอนที่เอื้อให้นักเรียนสามารถสำรวจ ทดลอง และแก้ไขปัญหาที่กำหนดขึ้นด้วยการใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์

3. ความยั่งยืนของการจัดการศึกษา

ประเด็นของความยั่งยืนของการจัดการเรียนการสอนเป็นประเด็นหนึ่งที่นักวิชาการด้านการศึกษาให้ความสนใจกันมาก เนื่องจากการจัดการการเรียนการสอนเป็นการกระทำการแทรกแซงอย่างหนึ่ง (intervention) หรืออาจเรียกว่าเป็นการทดลองอย่างหนึ่งก็ได้ ความยั่งยืนของผลการทดลอง หมายถึง ผลการทดลองยังคงมีต่อเนื่องหลังจากที่การทดลองนั้นหยุดไปแล้ว หากการทดลองใดที่ดำเนินแล้วและสิ้นสุดลงแล้วแต่ยังก่อให้เกิดผลต่อเนื่องอย่าง (Frey & Rogers, 2014) ซึ่งจะถือได้ว่าเป็นการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ การจัดการศึกษา และการฝึกอบรมก็เช่นเดียวกัน หากได้ดำเนินการและเกิดผลต่อเนื่องถึงแม้ว่าการจัดการศึกษาหรือการอบรมจะยุติไปแล้วก็คือว่าเป็นสิ่งที่มีคุณค่า แสดงให้เห็นว่าการดำเนินการนั้นมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผู้เรียนและผู้เข้ารับการอบรม ความยั่งยืนในความหมายเช่นนี้ ตรงกับคำศัพท์ทางวิชาการว่า การคงอยู่ (Persistence) ซึ่งหมายถึงการคงอยู่ของความรู้ (persistent learning) ที่เกิดขึ้นในตัวของผู้เรียน

นักวิชาการได้พยายามศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงอยู่ของความรู้ ซึ่งพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลมีทั้งปัจจัยทางด้านการจัดการเรียนการสอน แลปัจจัยด้านจิตวิทยา เช่น Luben, Davidowitz, Buffler, Allie, และ Scott (2010) ได้ทำการศึกษาเชิงคุณภาพเพื่อระบุปัจจัยที่ส่งผลความคงอยู่ของความรู้ และพบว่า ความคงทนของความรู้เกิดจาก การมีตัวแบบที่ดี กิจกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ และการมีอาชีพที่มุ่งหวังอยากจะทำงานหลังสำเร็จการศึกษา ส่วน Braun (2014) ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของการคงอยู่ของความรู้ พบว่าการที่มีความเชื่อว่าการเรียนรู้สามารถพัฒนาได้ ไม่ใช่ความสามารถที่ได้มาพร้อมกับการเกิด มีความสัมพันธ์กับแรงจูงใจ และผลการเรียน บรรยากาศของการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยบ่มเพาะความเชื่อเช่นนี้ คือ การจัดการเรียนแบบตื่นรู้ (active learning) เช่น การเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) การสอนโดยใช้เพื่อน (peer-based instruction) การเรียนรู้จากการชี้แนะ (guided learning) และการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry-based learning) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบตื่นรู้เหล่านี้บางทีก็ไม่เกิดผลสำเร็จ แต่หากครูมีความอดทนและจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้อย่างต่อเนื่องก็จะทำให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียน และมีความรู้ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง อันจะทำให้เกิดการคงอยู่ของความรู้ต่อไป การยึดมั่นในแนวทางการจัดการศึกษาเช่นนี้มองว่าการล้มเหลวเป็นรากฐานของการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับต่อไป

4. งานวิจัยเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการพัฒนาวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ของไทย

การวิจัยในประเทศไทยที่มีการศึกษาปัญหาศึกษาและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ประกอบด้วยการวิจัยเชิงทดลองและการวิจัยเชิงสำรวจ การวิจัยเชิงเชิงทดลองส่วนมากใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นใหม่กับวิธีการสอนแบบเก่า รูปแบบวิธีการสอนที่พัฒนาขึ้นส่วนมากเป็นรูปแบบของการการสอนแบบสืบเสาะที่ให้ผู้เรียนหาความรู้ด้วยตนเอง ผลการศึกษาพบว่าวิธีการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการเพิ่มความรู้ของนักเรียนและมีประสิทธิภาพกว่าวิธีการสอนแบบเก่า ส่วนการวิจัยเชิงสำรวจส่วนมากใช้ในการศึกษาสภาพปัญหาของการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และความต้องการของครู และปัจจัยที่สัมพันธ์กับความสามารถทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ผลการสำรวจส่วนใหญ่ พบว่าครูมีปัญหาด้านวิธีการสอน ขาดสื่อการสอน ขาดทรัพยากรการศึกษา และต้องการพัฒนาตนเองเพื่อให้มีความรู้มากขึ้น นักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์สูงตั้งใจเรียนและมีความรับผิดชอบมากกว่านักเรียนที่มีความสามารถทางวิทยาศาสตร์ต่ำ ตัวอย่างของงานวิจัยเหล่านี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

อรพิน วงษ์เสน (2542) ศึกษาพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กเก่งและเด็กอ่อน และปัจจัยที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ การวิจัยนี้ใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ การเก็บข้อมูลด้วยการสังเกตและตรวจซ้ำเด็กเก่งและเด็กอ่อนจำนวนกลุ่มละ 3 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมการเรียนที่มีส่วนส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่นักเรียนกลุ่มเก่งปฏิบัติเป็นประจำ คือ การเข้าห้องเรียนอย่างสม่ำเสมอและทันเวลา ตั้งใจเรียนและมีสมาธิในการเรียน ฟังคำอธิบายและติดตามเรื่องที่ครูสอนอย่างต่อเนื่อง จดบันทึกจากการฟังคำอธิบายของครูและในส่วนที่ครูสรุปให้มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่ครูกำหนดให้อย่างตั้งใจ ซักถามปัญหาในเรื่องการเรียนกับผู้รู้ ใช้เวลาในการเรียนอย่างถูกต้องและเหมาะสมและเป็นคนที่มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายสูง

2. พฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนกลุ่มอ่อนปฏิบัติเป็นประจำ คือ การเข้าห้องเรียนไม่ค่อยตรงเวลา ไม่ตั้งใจเรียนและมีสมาธิในการเรียนสั้น ฟังคำอธิบายและติดตามเรื่องที่ครูสอนไม่ต่อเนื่อง จดบันทึกในส่วนที่ครูสรุปให้เท่านั้น มีส่วนร่วมในการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ ที่ครูกำหนดให้น้อย ไม่ค่อยมีการซักถามปัญหาในเรื่องการเรียนกับผู้รู้ ใช้เวลาในการเรียนไม่ค่อยเหมาะสม และเป็นคนที่มีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมายน้อย

3. ปัจจัยอื่นๆ ที่สามารถอธิบายพฤติกรรมการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กเก่งและเด็กอ่อนได้ คือ อัตมโนทัศน์ของนักเรียน ทัศนคติต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ การอบรมเลี้ยงดู ลักษณะของเพื่อนที่คบ และการใช้เวลาให้เกิดประโยชน์

4. ครูวิทยาศาสตร์มีวิธีการสอนที่ดีทำให้นักเรียนได้รับความสำเร็จในการเรียน ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนหรืออยากจะศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำให้นัก เรียนเกิดทัศนคติที่ดีต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

นิทัศน์ ฝักเจริญผล วิชัย ราษฎร์ศิริ โยธิน ศรีโสภา และ จีรารัตน์ ชิรเวทย์ (2544) พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา ด้วยการผสมผสานแนวคิดด้านการสอนหลากหลายรูปแบบเพื่อให้สามารถเสริมสร้างผลการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในด้าน ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ รูปแบบที่พัฒนาขึ้นเรียกว่ารูปแบบ CCA ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญสามองค์ประกอบ องค์ประกอบที่หนึ่ง คือ การให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructing Knowledge) จนครบหน่วยเรียนใหญ่ องค์ประกอบที่สอง คือ การนำความรู้ย่อยที่ได้ทั้งหมดของหน่วยเรียนใหญ่ มาสรุปรวม (Conclusion) อีกครั้งหนึ่ง องค์ประกอบที่สาม คือ การกระตุ้นให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) ให้สัมพันธ์กับชีวิตประจำวันหรือท้องถิ่นของนักเรียน หรือใช้เป็นพื้นฐานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 โรงเรียน แบ่งเป็น กลุ่มทดลอง 11 ห้องเรียน (นักเรียน 457 คน) และกลุ่มควบคุม 12 ห้องเรียน (นักเรียน 448 คน) ครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมโครงการ 12 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีผลการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทุกด้าน และการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น สามารถเสริมสร้างผลการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนตามแผนการสอนตามปกติของครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มนัส บุญประกอบ, ณสรรค์ ผลโภค, กาญจนา ชูครุวงศ์, ประมวล ศิริอินแก้ว, และ พรรณี บุญประกอบ (2544) ศึกษาสภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับสังคมไทย เพื่อพัฒนาเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับสังคมไทย และ เพื่อติดตามผลการนำความรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปใช้ของครูวิทยาศาสตร์รุ่นที่ 1 ประชากรของการวิจัย ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสาขาวิชา ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ กลุ่มตัวอย่างได้มาโดยวิธีการเลือกเจาะจงศึกษากับครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในสาขาวิชาฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์ กายภาพ ชีวภาพที่ได้รับการฝึกอบรมจากการประชุมปฏิบัติการ เรื่อง Raising the Quality of Science Education รวม 2 รุ่น และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนในโครงการ ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูวิทยาศาสตร์รุ่นที่ 1 ส่วนใหญ่นำความรู้ที่ได้รับจากการฝึกอบรมไปใช้สอนโดยจัดกิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จัดกิจกรรมหลากหลาย แปลกใหม่ แต่การดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนประสบปัญหาอยู่บ้าง

2. ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรการยอมรับนวัตกรรมของครูวิทยาศาสตร์กับความสำเร็จในการนำไปใช้อยู่ในระดับสูงปานกลาง และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนตัวแปร เพศ วุฒิการศึกษา วิชาเอก สังกัดและประสบการณ์ในการสอนไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรความสำเร็จในการนำเทคนิคการสอนไปใช้

3. สภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาในปัจจุบันโดยภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ส่วนที่เหมาะสมน้อยได้แก่ พื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ครูใช้เทคนิคการสอน

บางอย่างน้อย ได้แก่ การสาธิตการให้นักเรียนค้นคว้า ทำรายงานและการนิเทศภายในช่วยเหลือครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

4. ครูเป็นจำนวนมากได้พัฒนาเทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์ของตนเองขึ้นมาเพื่อให้ เหมาะสมกับลักษณะของกลุ่มนักเรียนที่ครูรับผิดชอบอยู่ รวม 31 กิจกรรม และครูได้ขยายผลไปในโรงเรียนและสอดแทรกวิธีการเน้นให้นักเรียนได้คิดและมีการเรียนรู้แบบกระตือรือร้นในวิชาอื่นๆ ด้วย

ธวัชชัย บุญสวัสดิ์กุลชัย (2543) ศึกษาวิธีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนบ้านท่าศาลาประชารังสรรค์ สำนักงานการประถมศึกษาอำเภอมัญจาคีรี จังหวัดขอนแก่น จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการวิทยาศาสตร์ที่กระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้ปฏิบัติกิจกรรมฝึกทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ ด้วยตนเองอย่างสม่ำเสมอทำให้นักเรียนสามารถนำเอากระบวนการวิทยาศาสตร์ดังกล่าวมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ในเนื้อหาที่กำหนดได้เป็นอย่างดี ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 78.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ความรอบรู้เฉลี่ยร้อยละ 93.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 ด้านทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ความรอบรู้เฉลี่ยร้อยละ 87.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80

เรวัต ศุภมั่งมี (2542) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้ การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2542 โรงเรียนแม่ริมวิทยาคม อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียน 60 คน จากประชากรจำนวน 9 ห้องเรียน รวมนักเรียน 296 คน การสุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบกลุ่มโดยวิธีการจับฉลาก ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .001

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สารรอบตัว สูงกว่าก่อนการสอน อย่างมีนัยสำคัญที่ ระดับ .001

3. นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนววงจรการเรียนรู้อยู่ในระดับดี

จิราพร แช่มภักดี (2545) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พฤติกรรมการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนชั้นมัธยม และความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมการนำ ความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดลพบุรี โดยการใช้การวิจัยเชิงสำรวจ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดกรมสามัญศึกษา จังหวัดลพบุรีจำนวน 357 คน ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับต่ำ

2. พฤติกรรมการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับปานกลาง

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับพฤติกรรมการนำความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันในทางบวกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.16

นงลักษณ์ แก้วเอียด (2542) ศึกษาความต้องการเสริมสมรรถภาพการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสงขลาใน 5 ด้าน คือ ความรู้ในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ในกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ความรู้ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สื่อการเรียนการสอนสำหรับใช้ในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวัดผลและประเมินผลที่สอดคล้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ด้วยการใช้วิจัยเชิงสำรวจ กลุ่มตัวอย่าง เป็นครูผู้สอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสงขลา จำนวน 219 คน (จากประชากรจำนวน 484 คน) ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วนและการสุ่มอย่างง่าย ผลการวิจัยพบว่า

1. ครูมีความต้องการเสริมสมรรถภาพการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

2. ครูที่มีประสบการณ์การสอนกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิตต่างกัน มีความต้องการเสริมสมรรถภาพการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

3. ครูที่จบสาขาวิชาเอกต่างกันมีความต้องการเสริมสมรรถภาพการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4. ครูที่ปฏิบัติการสอนในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน มีความต้องการเสริมสมรรถภาพการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

5. ครูต้องการวิธีการในการเสริมสมรรถภาพการสอนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เรียงตามลำดับดังนี้ การอบรมเชิงปฏิบัติการ การไปศึกษาดูงาน การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การสัมมนา การนิเทศภายใน การนิเทศจากศึกษานิเทศก์ และการลาศึกษาต่อ

ประวิตร คำศรี (2544) การศึกษาปัญหา ความต้องการ และแนวทางแก้ไขปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชัยภูมิ ด้วยการใช้การวิจัยเชิงสำรวจ ประชากรที่ใช้ในการ วิจัยคือ ครูสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชัยภูมิ ในปีการศึกษา 2544 โรงเรียนละ 1 คน จำนวน 756 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษาสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชัยภูมิ ในปีการศึกษา 2544 โรงเรียนละ 1 คน จำนวน 205 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า

1. การศึกษาปัญหาครูวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชัยภูมิ โดยภาพรวมอยู่ในระดับ “มาก” หากพิจารณาปัญหาในแต่ละด้านแล้ว ปัญหาด้านสื่อการเรียนการสอน มีปัญหาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองไม่เพียงพอ รองลงมาคือ ปัญหาด้านครูจบไม่ตรงสาขาวิทยาศาสตร์

2. ผลการศึกษาความต้องการของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชัยภูมิ โดยภาพรวมอยู่ในระดับ “มาก” หากพิจารณาความต้องการในแต่ละด้านแล้ว พบว่าครูมีความต้องการเตรียมอุปกรณ์การทดลองสำหรับการทดลองล่วงหน้าและครูควรได้รับการอบรม เทคนิควิธีการสอนวิทยาศาสตร์ รองลงมาคือ ความต้องการด้านสื่อการเรียนการสอน

3. ผลการศึกษาแนวทางแก้ไขปัญหาของครูสอนวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดชัยภูมิ โดยภาพรวมอยู่ในระดับ “มาก” หากพิจารณาในแต่ละด้านแล้ว แนวทางแก้ปัญหาด้านการวัดและประเมินผล การประเมินผลที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยอยากคิด อยากทดลอง อยากค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง รองลงมา คือ แนวทางแก้ไขปัญหาด้านสื่อการเรียนการสอน

นันทิตา อนันตพันธ์ (2539) ศึกษาพฤติกรรมการวัดและประเมินผลกระบวนการเรียนการสอนของครูประถมศึกษาปีที่ 1-4 ในด้าน การใช้สถิติเบื้องต้นในการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน การจัดทำเอกสารและสร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนการสอน การใช้วิธีการและเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียนการสอน การกำหนดเกณฑ์และการใช้ผลจากการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน ประชากร คือ ครูผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4 ปีการศึกษา 2538 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสงขลา จำนวน 2,423 คน กลุ่มตัวอย่าง เป็นครูผู้สอนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-4 ปีการศึกษา 2538 ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดสงขลา จำนวน 344 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น ผลการวิจัยพบว่า

1. พฤติกรรมการวัดและประเมินผลกระบวนการเรียนการสอนของครูประถมศึกษาโดยภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง

2. พฤติกรรมการวัดและประเมินผลกระบวนการเรียนการสอนของครูประถมศึกษามีความแตกต่างกันตามตัวแปรขนาดโรงเรียน

3. พฤติกรรมการวัดและประเมินผลกระบวนการเรียนการสอนของครูประถมศึกษาโดยภาพรวม และแต่ละด้านไม่แตกต่างกันตามตัวแปรประสบการณ์ด้านการวัดและประเมินผล และชั้นที่ปฏิบัติการสอน

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน (2545) ดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจเพื่อศึกษาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ความพร้อมในการสอนและพฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ ความต้องการเพิ่มสมรรถภาพการสอนของครูวิทยาศาสตร์ และศึกษาเปรียบเทียบเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของโรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา ประชากรในการวิจัย ครั้งนี้เป็นครูวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาตอนต้น จำนวน 1,300 คน นักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น จำนวน 139,466 คน ใน

โรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา ที่เปิดสอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 625 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นครูสอนวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษา ตอนต้น จำนวน 355 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 17,118 คน ในโรงเรียนเอกชนประเภทสามัญศึกษา ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบหลายขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า

1. สภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของ โรงเรียนเอกชนในเรื่อง หลักสูตร การสอน การวัดและประเมินผล วัสดุ อุปกรณ์ ห้องปฏิบัติการ และการบริหารจัดการส่วนมากมีการดำเนินการอยู่ในระดับปานกลางหรือเป็นบางครั้ง

2. ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ส่วนมากเป็นปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง และแตกต่างกันเมื่อจำแนกตามตัวแปรของโรงเรียนและครู

3. ความพร้อมในการสอนและพฤติกรรมการสอนของครูส่วนมากอยู่ในระดับปานกลาง สำหรับพฤติกรรมการสอนของครู มีความแตกต่างกันเมื่อจำแนกตามตัวแปรของโรงเรียนและนักเรียน

4. ความต้องการเพิ่มสมรรถภาพการสอนของครูส่วนมากอยู่ในระดับมาก และแตกต่างกันเมื่อจำแนกตามตัวแปรของโรงเรียนและครู

5. เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนมากเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และแตกต่างกันเมื่อจำแนกตามตัวแปรของโรงเรียนและนักเรียน

6. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนมากอยู่ในระดับปานกลาง และแตกต่างกันเมื่อจำแนกตามตัวแปรของโรงเรียนและนักเรียน

นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545) ศึกษาผลการดำเนินงานโครงการนำร่องด้านกระบวนการปฏิรูปเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ พบว่า ครูยังจัดกระบวนการเรียนรู้ได้น้อย การประเมินการเรียนรู้แนวใหม่ที่ครูได้ทำระดับมาก ได้แก่ การใช้วิธีการหลากหลายในการประเมิน การแจ้งผลการประเมินให้ผู้ปกครองทราบ การบอกวัตถุประสงค์และวิธีการประเมินให้นักเรียนทราบตั้งแต่ต้นและการกำหนดเกณฑ์การประเมินร่วมกับนักเรียน ประเด็นที่ครูยอมรับว่าทำได้น้อย คือ การส่งเสริมให้นักเรียนประเมินการสอนของครู การวางระบบการประเมินทั้งโรงเรียน การวิเคราะห์จุดแข็งจุดอ่อนของผลการประเมินที่ใช้อยู่ การร่วมมือกับผู้ปกครองนำผลการประเมินไปใช้ประโยชน์ ผลการวิเคราะห์ที่น่าสังเกตคือ ประเด็นที่ครูทำพฤติกรรมน้อยได้แก่ การประเมินการเรียนรู้แนวใหม่ที่ให้นักเรียนและผู้ปกครองมีบทบาทในการประเมินมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่ามีประเด็นของระดับการแสดงพฤติกรรมของครูที่มีความแตกต่างกันมากด้วย

ชินภัทร ภูมิรัตน์ (2544) ศึกษาสภาพวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยและสรุปว่าวิทยาศาสตร์ศึกษาของไทยมีปัญหา 6 เรื่อง คือ ปัญหาหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน ครู สื่อการเรียนรู้ การวัดและการประเมินผล และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังสรุปได้ดังนี้

1. หลักสูตรมีปัญหาเรื่องความต่อเนื่องเชื่อมโยงระหว่างระดับการศึกษาและขาดความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง

2. การจัดการเรียนการสอนยังเน้นการอธิบายและการสาธิตทำให้นักเรียนขาดกระบวนการคิดและการทดลองปฏิบัติจริง

3. ครูมีปัญหาในเชิงปริมาณและคุณภาพ และควรมีการเร่งพัฒนาครูประจำการให้มีคุณภาพด้านการสอน และมีปริมาณเพียงพอ

4. สื่อการสอนมีข้อจำกัด ขาดความหลากหลาย ขาดคุณภาพมาตรฐานและราคาที่เหมาะสม สื่อโทรทัศน์เพื่อการเรียนรู้และการฝึกอบรมครูยังไม่น่าสนใจเท่าที่ควร

5. การวัดและประเมินผลเน้นความรู้ ความจำ เน้นการเลือกคำตอบมากกว่าการวัดกระบวนการคิด ทำให้นักเรียนขาดทักษะการสื่อสาร การประเมินผลในสภาพจริงมีการดำเนินงานในวงจำกัด

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนลดลงเรื่อยๆ ทุกวิชา ตั้งแต่วิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ และวิทยาศาสตร์กายภาพ

จากผลการวิจัยข้างต้นจะเห็นว่า คุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยยังไม่ดีมากนัก ปัญหาคุณภาพการสอนวิทยาศาสตร์เกิดจากสาเหตุหลายประการ เช่น ปัญหาของหลักสูตร ปัญหาการขาดแคลนวัสดุอุปกรณ์ประกอบการสอนวิทยาศาสตร์ ปัญหาด้านผู้เรียน เช่น ความพร้อมและความรู้ของผู้เรียน ปัญหาจากตัวครู เช่น ความรู้และความสามารถของครูในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ รวมถึงข้อจำกัดของครูด้านการใช้ผลการประเมินเพื่อปรับปรุงการเรียนของนักเรียน ดังนั้นรัฐบาลจึงดำเนินการช่วยเหลือครูวิทยาศาสตร์ในรูปแบบต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครู เช่น การอบรมให้ความรู้ในรูปแบบของการทำงานร่วมกันระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น การอบรมในลักษณะของเครือข่ายการเรียนรู้ทางวิชาชีพครู (Professional Learning Community) ซึ่งช่วยฝึกให้ครูได้ปฏิบัติการออกแบบระบบการสอนและเครื่องมือการประเมินร่วมกันกับบุคลากรทางการศึกษาในระดับโรงเรียน และเขตพื้นที่การศึกษา การทำงานร่วมกันจะทำให้ผลการพัฒนาครูมีความยั่งยืน ครูและบุคลากรทางการศึกษาในระดับโรงเรียน และเขตพื้นที่การศึกษาสามารถทำการประเมินเพื่อพัฒนาการศึกษาร่วมกันในพื้นที่ของตนเองในอนาคตได้ อันจะเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยให้การปฏิรูปการศึกษาประสบความสำเร็จได้ อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินโครงการนำร่องด้านกระบวนการปฏิรูปเพื่อพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้ของ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2545) พบว่า การพัฒนาครูยังไม่เกิดประสิทธิผลเท่าที่ควร โดยเฉพาะการใช้การประเมินแนวใหม่ในการพัฒนาผู้เรียน ซึ่งตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ยังไม่พบงานวิจัยใดอีกที่ทำการประเมินประสิทธิภาพของครูและเผยแพร่ผลการวิจัยอย่างเป็นระบบ

5. ความหมายการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

หลังจากผลการวิจัยของ Black และ Williams (1998) ที่พบว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้ (Assessment for learning) มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมาก นักวิชาการต่างๆ ก็ได้สนใจนำเทคนิคการประเมินเพื่อการเรียนรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจำนวนมาก ซึ่งเป็นการเสนอแนะให้ครูใช้การประเมินให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นการประเมินในระดับชั้นเรียน Carson, Borman, และ Robinson (2011) มีความสนใจนำเทคนิคนี้ไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาในระดับที่เหนือกว่าชั้น

เรียน และเรียกแนวทางการพัฒนาในลักษณะนี้ว่า การปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven reform) และให้นิยามของการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล ว่าหมายถึง การเก็บข้อมูล วิเคราะห์ แปลความหมายข้อมูล และการเผยแพร่ข้อมูลที่มีเป้าหมายเพื่อบอกและชี้นำหน่วยงานที่รับผิดชอบให้สามารถปรับปรุงการปฏิบัติงานให้ดีขึ้น

หลังจากนั้นมีการนำแนวคิดการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลของ Carson, Borman, และ Robinson (2011) ไปดำเนินการ เช่น มหาวิทยาลัยจอห์นส์ ฮอบคินส์ (Johns Hopkins University) ได้ดำเนินการการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล โดยจัดตั้งศูนย์การปฏิรูปขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Center for Data-Driven Reform) ขึ้น โดยมีเป้าหมาย คือ การแก้ปัญหาการปฏิรูปการศึกษา โดยจะทำงานร่วมกับผู้นำเขตพื้นที่และผู้อำนวยการสถานศึกษาเพื่อให้ผู้มีส่วนได้เสียต่างๆ มีความรู้ความสามารถในด้านการเข้าใจผลการประเมินนักเรียน การวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อการชี้แนะการพัฒนาโรงเรียน การระบุสาเหตุของปัญหาที่สำคัญของโรงเรียน และการเลือกและดำเนินโครงการเพื่อแก้ไขปัญหาที่พบ โครงการนี้ของศูนย์การปฏิรูปตามผลการประเมินเป็นโครงการวิจัย 3 ปี ในปีที่ 1 โรงเรียนจะได้รับการประเมินติดตามเป็นครั้งคราว (benchmark assessment) และได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการแปลผลการวิเคราะห์ผลการประเมินติดตาม ในปีที่ 2 ผู้นำโรงเรียนและเขตพื้นที่การศึกษาจะร่วมกันค้นหาวิธีการปฏิรูปที่ช่วยแก้ปัญหาที่พบจากผลการประเมิน และในปีที่ 3 โรงเรียนจะต้องนำแนวทางการปฏิรูปไปใช้ การออกแบบการประเมินของโครงการนี้ คือ การเลือกเขตพื้นที่โรงเรียนอย่างสุ่มจำนวน 60 เขตพื้นที่ 500 โรงเรียน จาก 7 รัฐ และแบ่งโรงเรียนออกเป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม โรงเรียนกลุ่มทดลองเริ่มดำเนินการในปีที่ 1 ส่วนโรงเรียนกลุ่มควบคุมเริ่มดำเนินการในปีที่ 2 ดังนั้น จะเห็นว่าในปีที่ 1 เป็นการประเมินเชิงทดลอง โดยกลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการประเมินติดตาม และให้บริการด้านการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการประเมินติดตาม แต่จะได้รับในปีที่ 2 งานประเมินที่นำเสนอในรายงานวิจัยครั้งนี้ใช้ผลการประเมินจากข้อมูลที่ได้จากปีที่หนึ่งเท่านั้น โดยมีคำถามวิจัย คือ *“การประเมินติดตามร่วมกับการให้คำปรึกษา แนะนำในการแปลการประเมินแก่โรงเรียนทำให้คุณภาพนักเรียนในกลุ่มทดลองต่างจากกลุ่มควบคุม หรือไม่”*

การประเมินโครงการนี้เป็นการประเมินเชิงทดลองเพื่อคำนวณผลกระทบของการประเมินติดตามและการให้คำแนะนำโรงเรียนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์พหุระดับ (multilevel modeling) และผลการประเมินพบว่า การประเมินติดตามและช่วยเหลือโรงเรียนมีผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ และถึงแม้ว่าผลกระทบในวิชาการอ่านไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผู้ประเมินก็คำนวณค่าขนาดอิทธิพล (effect size) เพิ่มเติมได้เท่ากับ 0.21 และ .14 ในวิชาคณิตศาสตร์และการอ่านตามลำดับ ซึ่งมีขนาดมากพอสมควร ดังนั้นจึงสรุปว่าการดำเนินการปฏิรูปการศึกษาที่ดำเนินการตามผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งวิชาคณิตศาสตร์และวิชาการอ่าน

สำหรับในประเทศไทยมีการวิจัยของคมสันต์ พิพัฒน์วุฒิกุล (2556) เรื่องการประเมินประสิทธิผลของการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา ที่พบว่าการใช้ข้อมูลเพื่อพัฒนาการศึกษาที่เหมาะสมมีผลเชิงบวกต่อคุณภาพการศึกษา ทั้งนี้ การใช้ข้อมูลเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาการศึกษาเป็นมิติหนึ่ง

ของวัฒนธรรมการประเมินซึ่งงานวิจัยเรื่องนี้พบว่ามีผลทางบวกต่อผลการประกันคุณภาพภายในของสถานศึกษาด้านคุณภาพผู้เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

6. ระบบการประเมินที่ส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

ในอนาคต สังคมและเศรษฐกิจจะมีส่วนสำคัญในการปรับเปลี่ยนการจัดการศึกษาของโรงเรียนจากการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมไปสู่การสอนที่เน้นให้นักเรียนทุกคนได้เรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษามากขึ้น เมื่อนักเรียนไปโรงเรียน โรงเรียนต้องรับผิดชอบการเรียนของนักเรียนทุกคน ไม่ควรเกิดกรณีว่ามีนักเรียนจำนวนหนึ่งผ่านเกณฑ์ของหลักสูตร และมีนักเรียนอีกจำนวนหนึ่งไม่ผ่านเกณฑ์ของหลักสูตร โรงเรียนต้องส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสได้เรียนรู้และผ่านมาตรฐานการเรียนรู้ ดังนั้นบทบาทของการประเมินทางการศึกษาในอนาคตจะต้องไม่ใช่แค่การตัดเกรดเท่านั้น แต่ต้องให้สารสนเทศแก่ผู้เกี่ยวข้องเพื่อใช้ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้จนผ่านมาตรฐานการเรียน ดังนั้นรูปแบบและวิธีการประเมินที่ครูและบุคลากรทางการศึกษาควรใช้ คือ การประเมินที่สมดุล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

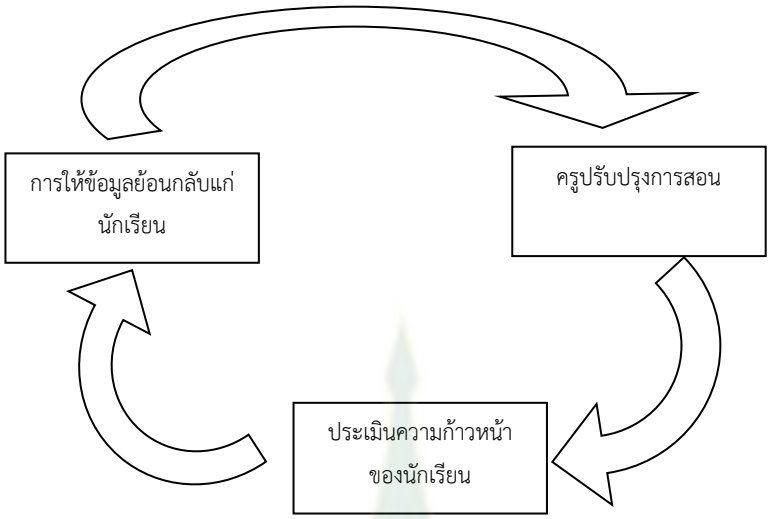
การประเมินทางการศึกษาที่สมดุล หมายถึง การประเมินที่ให้สารสนเทศเกี่ยวกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถปรับปรุงการเรียนการสอน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการศึกษาที่สำคัญ ได้แก่ นักเรียน ครู ผู้บริหารโรงเรียน ผู้ปกครอง และผู้บริหารเขตพื้นที่การศึกษา เป็นต้น ดังนั้น การประเมินทางการศึกษาต้องให้สารสนเทศที่ถูกต้องแก่บุคคลเหล่านี้

6.1 องค์ประกอบของการประเมินทางการศึกษาที่สมดุล

การประเมินทางการศึกษาที่ให้ข้อมูลเพื่อพัฒนาการศึกษา ควรประกอบด้วยวิธีการประเมินสามแบบ คือ การประเมินในชั้นเรียน (classroom assessment หรือ formative assessment) การประเมินเพื่อชี้วัด (interim assessment หรือ benchmark assessment) และการประเมินเพื่อสรุปรวม (summative assessment) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) การประเมินในชั้นเรียน

การประเมินในชั้นเรียน หมายถึง การประเมินที่จัดทำโดยครูและนักเรียนในระหว่างการเรียนการสอน เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับปรับปรุงการสอนของครู และปรับปรุงผู้เรียน การที่จะทำให้การประเมินประสบความสำเร็จต้องเกิดจากความร่วมมือของครูกับนักเรียน กล่าวคือ ภายหลังจากการประเมิน ครูต้องให้ข้อมูลย้อนกลับที่**ชัดเจน**แก่นักเรียน และต้องกระตุ้นให้นักเรียนรับผิดชอบการเรียนของตนเองโดยใช้วิธีการประเมินตนเองว่าทำได้ตามเป้าหมายของการเรียนรู้หรือไม่ ถ้ายังไม่สำเร็จ นักเรียนต้องร่วมมือกับครูเพื่อให้ทราบว่าต้องทำอะไรบ้างเพื่อให้สามารถแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน ทั้งนี้ครูก็อาจต้องปรับเปลี่ยนการสอนจนกระทั่งนักเรียนสามารถเข้าใจหรือรอบรู้ตามวัตถุประสงค์ การกระทำนี้มีลักษณะเป็นวงจร (McMillan, 2008) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรการประเมินในชั้นเรียน

การใช้กระบวนการประเมินในชั้นเรียนและผลการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน มีชื่อเรียกว่าการประเมินเพื่อการเรียนรู้ (assessment *for* learning) ผลการวิจัยพบว่า การประเมินเพื่อการเรียนรู้สามารถช่วยพัฒนาการเรียนการรู้ของนักเรียนได้ดีกว่าวิธีการอื่น เช่น การลดขนาดชั้นเรียน (class size) หรือโครงการพัฒนาการศึกษา (intervention) นักเรียนที่ได้ประโยชน์มากที่สุดจากการประเมินเพื่อการเรียนรู้ คือ นักเรียนที่เรียนอ่อน ดังนั้นการประเมินเพื่อเรียนรู้จึงสามารถช่วยลดช่องว่างของการเรียนระหว่างนักเรียนเก่งกับนักเรียนอ่อนได้

การทำการประเมินเพื่อการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จ ครูต้องมีความสามารถและปฏิบัติได้ดีในประเด็นต่อไปนี้ (Brookhart, 2008; Stiggins, 2008)

1. กำหนดจุดมุ่งหมายของการประเมินให้ชัดเจน ตลอดจนต้องทราบว่าข้อมูลที่ต้องการคืออะไร
2. กำหนดเป้าหมายของการเรียนรู้ให้ชัดเจน นักเรียนเข้าใจได้
3. ใช้วิธีการประเมินที่เหมาะสมกับเนื้อหา และหลากหลาย เช่น การประเมินตนเอง แฟ้มสะสมงาน และแบบทดสอบ
4. ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนอย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และ ทันเวลา เพื่อให้นักเรียนทราบว่าควรทำอะไร อย่างไร ต่อไป
5. สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนไม่ย่อท้อกับการเรียน และตั้งใจทำให้ดียิ่งขึ้น
6. พัฒนาผู้เรียนให้รับผิดชอบผลการเรียนของตนเอง และประเมินตนเองตามความเป็นจริง

2) การประเมินเพื่อสรุปรวม

การประเมินเพื่อสรุปรวม เป็นการประเมินที่ใช้หลังการเรียนการสอน การประเมินแบบนี้ใช้เพื่อประเมินความรู้ของนักเรียนว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถเพียงใด โดยทั่วไป คนส่วนใหญ่เข้าใจว่าการประเมินเพื่อสรุปรวมใช้สำหรับการตัดเกรด หรือคัดเลือกผู้เรียน เท่านั้น ทว่า ปัจจุบันนี้การประเมินเพื่อสรุปรวมได้ถูกนำไปใช้สำหรับการประเมินเพื่อประเมินคุณภาพการจัดการศึกษาของโรงเรียน หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบการศึกษาอื่นๆ มากยิ่งขึ้น การประเมินเพื่อสรุปรวมที่ใช้ในการประเมินคุณภาพการศึกษาเป็นการประเมินมีลักษณะเป็นการประเมินการศึกษาในภาพรวมที่ดำเนินงานโดยบุคคลภายนอกโรงเรียน ผลการประเมินจะถูกนำไปใช้เพื่อกำหนดคุณภาพของบุคคลากรและหน่วยงานที่รับผิดชอบกับการจัดการศึกษา ไม่ใช่การประเมินนักเรียนรายบุคคล

เมื่อกล่าวถึงระบบการประเมินที่สมดุล การประเมินเพื่อสรุปรวมจึงมีสองส่วน คือ การประเมินโดยครูหลังการเรียนการสอนเพื่อการตัดเกรด และการประเมินเพื่อสรุปรวมที่ดำเนินโดยองค์กรภายนอกที่ทำขึ้นเพื่อประเมินคุณภาพการสอนของโรงเรียน ประโยชน์ของการประเมินทั้งสองแบบนี้มีความแตกต่างกัน กล่าวคือ แน่นอนว่า การประเมินหลังการสอนโดยครูก็เพื่อใช้ประเมินความรู้รวบยอดของนักเรียนของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หรือเพื่อการตัดเกรดหลังสิ้นสุดภาคการศึกษา ส่วนการประเมินโดยบุคคลภายนอกมีประโยชน์ในระดับนโยบายและการรับรองคุณภาพการศึกษา อย่างไรก็ตาม ในบริบทของการประเมินอย่างสมดุล โรงเรียนและครูควรนำผลการประเมินทั้งสองแบบมาวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของการจัดการศึกษา เพื่อให้ครูจัดการเรียนการสอนให้ดีขึ้นต่อไปในอนาคต การวิเคราะห์เปรียบเทียบผลการประเมินของนักเรียนที่สอนโดยครูคนละคนกัน ในโรงเรียนเดียวกัน จะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์มากสำหรับการปรับปรุงการสอนในอนาคต เพราะการวิเคราะห์จะทำให้ทราบว่าผลการเรียนที่แตกต่างกันของนักเรียนเกิดจากการสอนของครูที่ต่างกัน หรือไม่ อย่างไร การสอนแบบใดดีที่สุด การวิเคราะห์เปรียบเทียบนี้อาจทำในรูปของคณะกรรมการครู ซึ่งจะช่วยให้ครูเกิดการเรียนรู้ และได้พัฒนาตนเองจากการเรียนรู้ร่วมกัน นอกจากนี้ โรงเรียนอาจนำผลการประเมินของโรงเรียนที่ประเมินโดยองค์กรภายนอกมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับโรงเรียนอื่น ก็จะทำให้ได้สารสนเทศอื่นเพื่อพัฒนาโรงเรียนต่อไปในอนาคต

3) การประเมินเพื่อชี้วัด

การประเมินเพื่อชี้วัด มีลักษณะของการประเมินที่อยู่ระหว่างการประเมินในชั้นเรียน และการประเมินเพื่อสรุปรวม กล่าวคือ ไม่ใช่การประเมินที่ดำเนินการโดยครูในระหว่างการสอน แต่ก็ไม่ใช่การประเมินหลังสิ้นสุดภาคการศึกษา หากแต่เป็นการประเมินในระหว่างที่มีการเรียนการสอนโดยบุคคลอื่นที่ไม่ใช่ครู และเป็นการประเมินการศึกษาในภาพรวม ไม่ใช่การประเมินนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยส่วนใหญ่ ผู้ที่ดำเนินการประเมินเพื่อชี้วัด คือ หน่วยงานภายนอกที่รับผิดชอบการจัดการศึกษา เช่น เขตพื้นที่การศึกษา หรือ หน่วยงานจากส่วนกลาง เป็นต้น นอกจากนี้ การประเมินเพื่อชี้วัดจะมีการประเมินเป็นระยะๆ อาจจะทุกเดือน หรือทุกสองเดือนในระหว่างที่มีการเรียนการสอน ซึ่งต่างจากการประเมินเพื่อสรุปรวมที่มีการประเมินครั้งเดียว

การประเมินเพื่อชี้วัดอาจมีวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างประกอบกัน ดังต่อไปนี้ (Pirie, Marion, & Gong, 2007)

1. เพื่อปรับปรุงการสอน

วัตถุประสงค์ข้อนี้เหมือนกับการประเมินในชั้นเรียนมาก คือการประเมินเพื่อปรับเปลี่ยนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน การประเมินเพื่อชี้วัดที่ตอบสนองวัตถุประสงค์ข้อนี้ คือ การดำเนินการประเมินว่าตรวจสอบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีจุดอ่อนด้านใดบ้างที่ต้องการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ณ จุดใดจุดหนึ่งระหว่างที่มีการเรียนการสอน หลังการประเมิน ครูและโรงเรียนจะได้รับผลการประเมินเป็นภาพรวมของโรงเรียนหรือห้องเรียน จากนั้นการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขการสอนมักจะขึ้นอยู่การตัดสินใจของครูและโรงเรียน

2. เพื่อประเมินหลักสูตรโปรแกรมการศึกษา หรือวิธีการสอน

การใช้การประเมินเพื่อชี้วัดคุณภาพของโปรแกรมการศึกษา หรือวิธีการสอนมักเป็นการประเมินขนาดใหญ่ที่มีโรงเรียนเข้าร่วมจำนวนมาก เพื่อประเมินว่าโปรแกรมการจัดการศึกษาแบบใด หรือวิธีการสอนแบบใดมีคุณภาพ ผู้ที่ได้รับประโยชน์จากการประเมินในลักษณะนี้ไม่จำเป็นต้องเป็นนักเรียนที่ถูกประเมิน ณ เวลานั้น แต่อาจเป็นนักเรียนในอนาคตก็ได้ เพราะผลการประเมินจะนำไปใช้เพื่อปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอนของครูให้ดีขึ้นในอนาคต

3. เพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน

การประเมินเพื่อทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในระหว่างที่มีการเรียนการสอน ใช้เมื่อต้องการทำนายว่า การเรียนการสอน ณ ปัจจุบันจะสามารถช่วยให้นักเรียนสอบผ่านในการประเมินที่จะมีขึ้นในอนาคตหรือไม่ เช่น การประเมินเพื่อสำเร็จการศึกษา และการประเมินของหน่วยงานภายนอก การประเมินแบบนี้จะช่วยให้ครู และโรงเรียนทราบว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถใกล้หรือไกลจากเป้าหมายของการประเมินที่นักเรียนต้องถูกประเมินในอนาคต ซึ่งดีกว่าการปล่อยให้ครูสอนไปตามเนื้อหาโดยไม่สนว่านักเรียนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ การประเมินแบบนี้เริ่มมีบทบาทมากในยุคปัจจุบันสำหรับการรับรองและตรวจสอบคุณภาพการศึกษา เพราะผลการประเมินจะทำให้โรงเรียนทราบว่านักเรียนต้องได้รับการพัฒนาในเนื้อหาสาระใดบ้าง ก่อนที่จะเข้าสู่การประเมินจากภายนอก

6.2 การออกแบบการประเมินที่สมดุลอย่างมีคุณภาพ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ว่า การประเมินที่สมดุลต้องให้ข้อมูลสำหรับการปรับปรุงการศึกษาแก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่ายได้ใช้ร่วมกัน การใช้ผลการประเมินในชั้นเรียน ผลการประเมินเพื่อสรุปรวม และผลการประเมินเพื่อชี้วัดของผู้เกี่ยวข้องทั้งหลาย จะเอื้อให้มีข้อมูลที่หลากหลายสำหรับการพัฒนาคุณภาพการศึกษา การออกแบบการประเมินที่สมดุลจะมีคุณภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับประเด็นที่สำคัญต่อไปนี้

1. การประเมินทั้งสามแบบต้องประเมินเป้าหมายหรือมาตรฐานเดียวกัน
2. ครูต้องจัดการเรียนการสอนตามมาตรฐาน

3. เครื่องมือประเมินต้องวัดเนื้อหาที่กำหนดในมาตรฐาน และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการประเมินและการเรียนการสอนของครู
4. เครื่องมือประเมินมีคุณภาพตามมาตรฐานของการวัดและการทดสอบทางการศึกษา
5. นักเรียนมีโอกาสได้เรียนรู้สาระที่กำหนดในมาตรฐาน
6. มีการรายงานข้อมูลหรือผลการประเมินที่เข้าใจง่าย และทันเวลา

7. งานวิจัยเกี่ยวกับการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven reform) ในประเทศไทย

สังวรณ์ งัดกระโทก (2561) นำแนวทางการการปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven reform) มาใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษา ผลการวิจัยที่สำคัญ มีดังนี้

7.1 ด้านสมรรถนะการรู้วิทยาศาสตร์ตามโครงการ PISA ผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีจุดอ่อนในสมรรถนะ PISA ด้านการใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ มากที่สุด รองลงมา คือ ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ อย่างวิทยาศาสตร์ และ ด้านการระบุประเด็นอย่างวิทยาศาสตร์

7.2) การวิเคราะห์จุดอ่อนและจุดแข็งของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีจุดอ่อน ดังนี้

7.2.1 นักเรียนส่วนใหญ่มีพื้นฐานความรู้วิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ

7.2.2 พื้นฐานทางเศรษฐกิจของครอบครัวไม่ดี นักเรียนบางคนขาดเรียนเพราะต้องช่วยผู้ปกครองทำงาน บางคนเปลี่ยนโรงเรียนตามผู้ปกครองที่ย้ายที่ทำงานใหม่

7.2.3 นักเรียนส่วนหนึ่งเป็นนักเรียนชนเผ่า มีปัญหาในการพูด เขียนภาษาไทย ทำให้สื่อสารกับครูและเพื่อนไม่ดีเท่าที่ควร

7.2.4 เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างมาก ครูมีภาระงานอื่นนอกเหนือจากภาระการสอนมาก ทำให้บางครั้งต้องปรับเปลี่ยนการสอนให้เร็วขึ้น จึงอาจทำให้นักเรียนบางคนเกิดปัญหาในการเรียน โดยเฉพาะนักเรียนที่สื่อสารด้วยภาษาไทยยังไม่ดี

7.2.5 ขาดแคลนสื่อและอุปกรณ์การทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ บางครั้งอุปกรณ์ในห้องทดลองไม่พร้อมใช้ และไม่เพียงพอ ครูจึงสอนโดยการให้นักเรียนทำเป็นกลุ่มใหญ่ หรือครูสอนโดยใช้การสาธิตให้นักเรียนดู

7.2.6 นักเรียนขาดความกระตือรือร้นในการเรียน และไม่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นอย่างเต็มที่

7.2.7 จำนวนนักเรียนต่อครูค่อนข้างมาก ประกอบกับภาระงานอื่นมาก ทำให้บางครั้งไม่มีเวลาเพียงพอที่จะตรวจงานนักเรียนอย่างละเอียด และไม่มีเวลาเพียงพอที่จะประเมินนักเรียนเป็นรายคน

ส่วนจุดแข็งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย

1. โรงเรียนมีเครือข่ายการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เข้มแข็ง โดยมีการประชุม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในรูปแบบ PLC ระหว่างครูวิทยาศาสตร์ของทุกๆ โรงเรียนอย่างสม่ำเสมอ

2. ผู้บริหารสถานศึกษาสนับสนุนการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ โดยในที่ประชุมคณะผู้บริหารสถานศึกษามีการสนับสนุนการทำงานของเครือข่ายครูวิทยาศาสตร์อย่างดี

3. ครูวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นครูรุ่นใหม่ มีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ และมีความพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลง

3. การพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาด้วยการขับเคลื่อนด้วยข้อมูลมีประสิทธิผลดีใน 8 วิชา จาก 12 วิชา คือ

1. วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
3. วิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
5. วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
6.วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
7. วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
8. วิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ส่วนวิชา วิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และวิชาชีววิทยาระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 6 ยังไม่มีประสิทธิผลเท่าที่ควร

จากผลการวิจัยครั้งนี้มีประเด็นที่ควรศึกษาเพิ่มคือ การปฏิรูปการศึกษาที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (data-driven reform) มีความยั่งยืนหรือไม่ และมีความสัมพันธ์กับมูลค่าเพิ่มทางการศึกษาหรือไม่ รวมถึงประเด็นเกี่ยวกับแนวทางส่งเสริมความยั่งยืนของการดำเนินงาน ข้อมูลส่วนนี้มีความสำคัญต่อการตัดสินใจดำเนินการปฏิรูปการศึกษาวิทยาศาสตร์ ดังนั้นงานวิจัยในระยะต่อไปจึงควรศึกษาในประเด็นเหล่านี้

8. มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา (Educational Value-Added outcome)

การนำเอาแนวคิดมูลค่าเพิ่มทางการศึกษามาใช้เป็นเรื่องที่กำลังอยู่ในความสนใจของวงการการศึกษาทั้งในต่างประเทศและในประเทศไทย มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา เป็นแนวคิดในการวัดประสิทธิภาพของครูและโรงเรียน โดยดูจากพัฒนาการทางด้านการเรียนของนักเรียนแต่ละคน จากปีหนึ่งไปยังอีกปีหนึ่ง โดยมีผลการสอบเป็นพื้นฐาน หรือที่เรียกว่า “Value Added Measurement” เพราะว่าเป็นการวัดที่ติดตามร่องรอยการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เป็นแบบวัดที่ละเอียดและมีความหมาย สามารถบอกถึงพัฒนาการ จุดเด่นและจุดด้อยในวิชาการของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละวิชาได้ ซึ่งต่างจากแบบวัดเดิม ๆ ที่บอกแต่ผลสัมฤทธิ์ที่เป็นคะแนนปลายทาง ว่านักเรียนสอบได้หรือสอบตก แต่ไม่สามารถอธิบายถึงพัฒนาการของนักเรียนได้ การวัดแบบ “Value Added” จึงเป็นเหมือนการเพิ่มมูลค่าให้กับวิธีการวัด สามารถอธิบายได้ว่านักเรียนแต่ละคนมีการเพิ่มมูลค่าทางความรู้อย่างไรในหนึ่งปีที่ผ่านมาโดยอาศัยหลักสถิติที่ค่อนข้างละเอียดและซับซ้อนในการคำนวณ

ชนิดา พัววิไล และคณะ (2547) อธิบายความหมายของคำว่า “มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา” โดยแบ่งเป็น 3 บริบท คือ

1. มูลค่าเพิ่ม เป็นคำที่มาจากวิชาเศรษฐศาสตร์ ที่สามารถวัดความแตกต่างของโรงเรียนและของนักเรียนต่อผลผลิตทางการศึกษา ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ถึงความแตกต่างของผลลัพธ์จากอดีตถึงปัจจุบัน ซึ่งผลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาทางเพิ่มปัจจัยนำเข้าอื่น ๆ ซึ่งจะมีผลต่อคุณสมบัติและอนาคตของผู้เรียน

2. มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา คือ การคำนวณสิ่งที่โรงเรียนทุ่มเท ในการทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้า การวัดผลผลิตต้องสะท้อนความสามารถทุกระดับและข้อมูลภูมิหลังของผู้เรียน การคำนวณต้องอยู่บนข้อมูลของผู้เรียนรายบุคคลโดยใช้หลายวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูล

3. มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา เป็นกระบวนการที่ใช้เพิ่มปัจจัยนำเข้าทางการศึกษาเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพ มูลค่าเพิ่มทางการศึกษาเป็นนวัตกรรมที่เกิดขึ้นในวงการศึกษาเพื่อช่วยยกระดับมาตรฐานการศึกษาให้สูงยิ่งขึ้น ด้วยการนำปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาเพิ่มมูลค่าให้กับการศึกษาไม่ว่าจะเป็นความรู้ทางวิชาการ การบริหารจัดการหลักสูตร การเรียนการสอนการส่งเสริมอาชีพและอื่น ๆ

Harris (2011) กล่าวว่า ในทางการประเมินการศึกษา มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา หมายถึงผลลัพธ์ในตัวนักเรียนที่เกิดจากสิ่งที่โรงเรียนทุ่มเทในการทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้า โดยควบคุมภูมิหลังของนักเรียน ข้อมูลของการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มเป็นเครื่องมือหนึ่งสำหรับวิเคราะห์การปฏิบัติงานของสถานศึกษา ที่สามารถเปรียบเทียบผลการปฏิบัติงานของสถานศึกษาเชิงสัมพัทธ์กับสถานศึกษาอื่น ซึ่งเป็นการวัดที่มีประสิทธิภาพและใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาร่วมกับปัจจัยอื่น

ปัจจุบันมีการนำมูลค่าเพิ่มทางการศึกษามาใช้ใน 2 บริบท คือ

1. ในบริบทของการประกันคุณภาพการศึกษา โดยใช้วิธีการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา เพื่อใช้วัดความก้าวหน้าต่าง ๆ ที่มิได้มุ่งแต่ตัวผู้เรียนหรือการจัดอันดับของสถานศึกษาเพียงเท่านั้น อาจกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มทางการศึกษาเป็นวิธีการที่ใช้เพื่อการวิเคราะห์และรายงานผลในรูปแบบของตัวเลขทางสถิติ อย่างเช่น การดูผลสัมฤทธิ์ และความก้าวหน้าทางการเรียนของผู้เรียนที่ปฏิบัติกันในระดับมลรัฐหรือเขตการศึกษา ซึ่งได้จากคะแนนทดสอบมาตรฐาน แต่การวิเคราะห์ในบริบทของการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มทางการศึกษาจะใช้ข้อมูลคะแนนทดสอบผสมผสานกับวิธีวัดอย่างอื่น เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แท้จริงและนำไปเปรียบเทียบดูพัฒนาการของผู้เรียน เพื่อนำไปส่งเสริมหรือช่วยเหลือผู้เรียนต่อไป การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มทางการศึกษาทำให้ทราบถึงสิ่งต่อไปนี้

- ระดับคุณภาพของโรงเรียนหรือสถานศึกษา
- ทิศทางการพัฒนาที่ต่อเนื่องไม่ขาดตอน
- การกำหนดนโยบายการบริหารจัดการเกี่ยวกับรายวิชา โรงเรียนและอื่น ๆ
- ประสิทธิภาพของผู้สอนและผู้บริหาร
- การวางแผนพัฒนาความก้าวหน้าทางวิชาชีพรายบุคคล
- ข้อมูลในการประเมินโปรแกรมและหลักสูตร

- การสนับสนุนการพัฒนาระบบการเรียนการสอนในชั้นเรียน

2. ในบริบทของหลักสูตรเสริมพิเศษระหว่างการศึกษา สาเหตุที่ต้องมีการเพิ่มมูลค่าทางการศึกษา เนื่องมาจากความไม่พอใจในสิ่งที่มีอยู่หรือสิ่งที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ เพื่อจุดประสงค์ในอนาคต หรือเป็นการเพิ่มมูลค่าเพื่อการแก้ปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต มูลค่าที่เพิ่มขึ้นนี้ ต้องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากเดิมคืออดีตเป็นอย่างไร ปัจจุบันและอนาคตต้องเปลี่ยนแปลงไป ตามเป้าหมายของการเพิ่มมูลค่านั้น ๆ

โดยสรุป มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา(Educational Value-Added) หมายถึง ส่วนต่างระหว่างคะแนนสอบของนักเรียนกับคะแนนที่ทำนายได้จากปัจจัยอื่น เช่น ปัจจัยของผู้บริหาร ครูผู้สอนและภูมิหลังของนักเรียน มูลค่าเพิ่มทางการศึกษาเป็นรูปแบบที่ดีที่สุดในประเมินทางการศึกษาและสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมพัฒนาสถานศึกษามากกว่าการใช้ข้อมูลพื้นฐานเพียงอย่างเดียว ซึ่งการประเมินทางการศึกษาที่มีความถูกต้อง จะช่วยบอกแนวทางการพัฒนาและการนำนโยบายทางการศึกษาไปใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

9. การวิเคราะห์พหุระดับ (Hierarchical data & multilevel analysis) กับการประมาณค่ามูลค่าเพิ่มทางการศึกษา

การประมาณค่ามูลค่าเพิ่มทางการศึกษาเป็นการประมาณค่าคะแนนสอบของผู้เรียนซึ่งเป็นส่วนที่โรงเรียนทำได้เกินเป้าหมายที่ควรจะเป็น กล่าวคือ โรงเรียนที่มีทรัพยากรทางการศึกษาน้อยควรจะได้คะแนนน้อย ส่วนโรงเรียนที่มีทรัพยากรทางการศึกษามากกว่า ควรมีได้คะแนนมากกว่า เพราะเป็นโรงเรียนที่มีต้นทุนหรือฐานดีกว่า การประมาณค่ามูลค่าเพิ่มทางการศึกษาใช้การวิเคราะห์พหุระดับ เพราะต้องนำตัวแปรหลายระดับตามโครงสร้างที่ลดหลั่น (hierarchical structure) ขององค์กรทางการศึกษา มาปรับแก้คะแนนเพื่อให้เกิดความเป็นธรรมแก่โรงเรียนที่มีต้นทุนไม่เท่ากัน

ในส่วนนี้ ผู้วิจัยเสนอการอธิบายลักษณะของข้อมูลที่มีลักษณะลดหลั่น (hierarchical data) เพราะข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีลักษณะลดหลั่นอันเป็นผลมาจากการออกแบบเก็บรวบรวมข้อมูลของโครงการ PISA โดยทั่วไปแล้วลักษณะของข้อมูลทางสังคมศาสตร์หรือทางการศึกษามักเกี่ยวข้องกับข้อมูลหลายระดับหรือเป็นข้อมูลที่มีลักษณะลดหลั่น เช่น นักเรียนอาจเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดหรือเรียกว่าระดับจุลภาค (micro level) นักเรียนหลายๆ คนรวมกันเป็นห้องเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลระดับที่สอง โรงเรียนหลายๆ โรงเรียน รวมเป็นเขตการศึกษา ตามลำดับ ข้อมูลระดับที่สองขึ้นไปอาจเรียกว่า ข้อมูลระดับมหภาค (macro level) จะเห็นว่าระบบการศึกษามักประกอบด้วยหน่วยการศึกษาหน่วยย่อยๆ รวมกันเป็นหน่วยของการศึกษาที่ใหญ่ขึ้น หรือเรียกว่าเป็นข้อมูลหลายระดับ สมาชิกของหน่วยการศึกษา เช่น นักเรียน ครู และ ผู้บริหารโรงเรียนมารวมกันอย่างไม่เป็นแบบสุ่ม นักเรียนจากห้องเรียนของโรงเรียนต่างๆ อาจมีลักษณะที่แตกต่างกัน ถึงแม้ผู้วิจัยจะทำการสุ่มห้องเรียนแล้วก็ตาม ก็จะไม่สามารถเลือกนักเรียนที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการได้ นอกจากนี้ลักษณะที่แตกต่างกันของนักเรียนอาจจากความแตกต่างของหน่วยการศึกษาในระดับมหภาค การวิเคราะห์ข้อมูลที่มีลักษณะลดหลั่นหรือพหุระดับ (multilevel data) ต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับ

ลักษณะของข้อมูล คือ การวิเคราะห์พหุระดับ (multilevel analysis) การใช้สถิติแบบดั้งเดิมในการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับ ทำให้เกิดข้อผิดพลาดต่างๆ หลายประการ เช่น ความผิดพลาดในการตีความผลการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลพหุระดับนั้น ตัวแปรระดับนักเรียนมีความแปรปรวนสามารถแยกส่วนประกอบออกได้ตามระดับที่ลดหลั่น เช่น กรณีที่มีสามระดับ คือ ระดับนักเรียน ระดับห้องเรียน และระดับโรงเรียน จะแสดงส่วนประกอบความแปรปรวนได้ดังนี้ (นงลักษณ์ วิรัชชัย, 2535; ศิริชัย กาญจนวาสี, 2541)

$$\sigma^2 y = \sigma^2 pupill + \sigma^2 class + \sigma^2 school$$

เมื่อ $\sigma^2 y$ แทนความแปรปรวนของตัวแปรตามที่เราต้องการศึกษา

$\sigma^2 pupill$ แทนความแปรปรวนระหว่างนักเรียนภายในห้องเรียน

$\sigma^2 class$ แทน ความแปรปรวนระหว่างห้องเรียนภายในโรงเรียน

$\sigma^2 school$ แทนความแปรปรวนระหว่างโรงเรียน

การวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนบอกถึงอิทธิพลของตัวแปรต้นต่อตัวแปรตามในแต่ละระดับ การศึกษาวิเคราะห์เพียงระดับเดียวจะไม่ให้ข้อค้นพบที่ชัดเจนเหมือนการวิเคราะห์หลายระดับ

ในการวิเคราะห์พหุระดับนั้น ถ้าตัวแปรที่ต้องการวิเคราะห์มีสองระดับคือระดับชั้นเรียนและระดับชั้นเรียน จะสามารถทำการวิเคราะห์การถดถอยตัวแปรระดับนักเรียนเป็นระดับจุลภาค และตัวแปรระดับชั้นเรียนเป็นระดับมหภาค ได้ดังนี้

1. วิเคราะห์ระดับนักเรียน (micro level analysis) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Y_{ig} กับ X_{ig} โดยแยกการวิเคราะห์การถดถอยในแต่ละชั้นเรียน มีรูปแบบดังนี้

$$Y_{ig} = \alpha_g + B_Y X_{ig} + E_{ig}$$

เมื่อ Y_{ig} แทน ตัวแปรระดับนักเรียน เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนคนที่ i ชั้นเรียนที่ g

X_{ig} แทน ตัวแปรอิสระระดับนักเรียน เช่น ฐานะทางเศรษฐกิจของนักเรียนคนที่ i ชั้นเรียนที่ g

α_g แทนค่าคงที่จุดตัดแกน intercept ของตัวแประระดับนักเรียน ในชั้นที่ g (g = 1–m)

B_Y แทน อัตราการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อตัวแปรระดับนักเรียนเปลี่ยนแปลงค่าไป 1 หน่วย

E_{ig} แทน ความคลาดเคลื่อนในการทำนาย Y_{ig} ระดับนักเรียน และ $E \sim N(0,\sigma^2)$ โดยที่ห้องเรียนแต่ละห้องเป็นอิสระต่อกัน

จากนั้นจึงใช้ค่า α_g และ B_Y ของแต่ละชั้นเป็นตัวแปรตามสำหรับวิเคราะห์ในระดับชั้นเรียนต่อไป โดยกำหนดให้ทั้งสองค่าเป็นอิทธิพลกำหนด (fixed effects) คือเป็นค่าคงที่ภายในแต่ละห้องเรียนและไม่มีความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าระหว่างห้องเรียน

2. วิเคราะห์ระดับชั้นเรียน (macro level analysis) โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง Z_g กับ α_g และ B_Y ที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับนักเรียน โดยการวิเคราะห์ถดถอยซึ่งมีรูปแบบดังนี้

$$\alpha_g = \alpha_0 + B\alpha Z_g + \delta_{0g}$$

และ

$$B_Y = B_0 + B_B Z_g + \delta_{1g}$$

เมื่อ Z_g แทนตัวแปรระดับครู เช่น วุฒิการศึกษาของครู ต่ำกว่าถึงระดับปริญญาตรี (0) และสูงกว่าระดับปริญญาตรี (1)

Z_g แทนเงินเดือนครู ในห้องเรียนที่ g

α_0 แทนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยของนักเรียน

$B\alpha$ แทนความแตกต่าง ACH ของนักเรียนที่ครูวุฒิการศึกษาต่างกัน

B_0 แทนค่าเฉลี่ยของอัตราการการพัฒนาผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อครูมีวุฒิการศึกษาต่างกัน

B_B แทนความแตกต่างของอัตราการพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเมื่อครูมีวุฒิการศึกษาต่างกัน

δ_{0g} แทน unique effect

δ_{1g} แทน unique effect

โปรแกรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการวิเคราะห์พหุระดับ คือ โปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม (HLM) ถ้าข้อมูลมีสองระดับ คือระดับนักเรียนและระดับครู ขั้นตอนการวิเคราะห์พหุระดับด้วยเทคนิคเอ็ชแอลเอ็ม มีขั้นตอนการวิเคราะห์ 2 ขั้นตอน ดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2548)

1. การวิเคราะห์ระดับนักเรียน

1.) วิเคราะห์โมเดลศูนย์ (null model) เป็นการวิเคราะห์ขั้นแรกที่สุดเพื่อให้ภาพรวมของตัวแปรตาม (เช่นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้อง) โดยไม่มีตัวแปรอิสระใดๆ เข้าร่วมพิจารณา และเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลในขั้นต่อไปหรือไม่ มีรูปแบบดังนี้

โมเดลภายในกลุ่ม (within – unit model)

$$Y_{Ig} = \alpha_g + E_{ig}$$

โมเดลระหว่างกลุ่ม (between – unit model)

$$\alpha_g = \alpha_0 + \delta_g$$

fixed random

ค่าเฉลี่ย ค่าความคลาดเคลื่อน, δ ~N(0, σ^2_g)

α_g เป็นค่าที่เปลี่ยนไปได้ระหว่างห้องเรียน ในกระบวนการวิเคราะห์เอ็ชแอลเอ็ม จะแบ่งผลของการวิเคราะห์ออกเป็นอิทธิพลกำหนด (fixed effects) และอิทธิพลสุ่ม (random effects) และใช้การทดสอบที (t – test) ทดสอบอิทธิพลกำหนด (fixed effects) (H0 : α_0 = 0) ถ้าไม่เป็นศูนย์แสดงว่าค่าคงที่ จุดตัดแกน (intercept) และตัวแปรอิสระส่งผลต่อ Y_{ig} แต่ถ้ามีค่าเป็นศูนย์ แสดงว่าไม่ส่งผลต่อ Y_{ig} นอกจากนี้ จะใช้การทดสอบไคสแควร์ (χ^2–test) ทดสอบความแปรปรวนของอิทธิพลสุ่ม (random effects) (H0 : var(δ_g) = 0 : var(E_{0g}) = 0 ถ้าไม่เป็นศูนย์แสดงว่าแสดงว่าพารามิเตอร์ α_g มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย จึงสมเหตุสมผลที่จะหาตัวแปรอิสระระหว่างกลุ่ม (between group variables) มาอธิบายความแปรปรวนดังกล่าว แต่ถ้ามีค่าเป็นศูนย์แสดงว่าพารามิเตอร์ ดังกล่าวไม่มีความแปรปรวนระหว่างหน่วย ซึ่งสามารถตั้งข้อจำกัดให้เป็นค่าคงที่ในการวิเคราะห์ได้

2. การวิเคราะห์โมเดลแบบง่าย (simple model) เป็นการวิเคราะห์โดยการนำ ตัวแปรอิสระระดับนักเรียนซึ่งเป็นตัวแปรระดับจุลภาค (micro level) มาวิเคราะห์ทีละตัวเพื่อดูว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นมีอิทธิพลต่อ α_g หรือ Y_{ig} หรือไม่ ตลอดจนเพื่อตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระเหล่านั้นเมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วทำให้เกิดความแปรปรวนระหว่างหน่วยที่ต้องการศึกษาเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์อิทธิพลของตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนในขั้นต่อไปหรือไม่ ซึ่งมีรูปแบบดังนี้

โมเดลภายในกลุ่ม (within – unit model)

$$Y_{ig} = \alpha_g + B_Y(X_{ig}) + E_{ig}$$

โมเดลระหว่างกลุ่ม (between – unit mode)

$$\alpha_g = \alpha_0 + \delta_{0g}$$

$$B_Y = B_0 + \delta_{1g}$$

(fixed) (random)

ค่าเฉลี่ย ค่าความคาดเคลื่อน, $\delta \sim N(0, \sigma^2_g)$

โปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม จะใช้สถิติที (t – test) ทดสอบอิทธิพลกำหนด (fixed effect) (H0 : α_0 = 0, H0 : B_0 = 0) แล้วใช้การทดสอบไคสแควร์ (χ^2) ทดสอบอิทธิพลสุ่ม (random effects) (H0 : var(δ_{0g})= 0, H0 : var(δ_{1g})= 0)

2. การวิเคราะห์ระดับชั้นเรียน (macro level หรือ between – class analysis) เป็นการวิเคราะห์ขั้นโมเดลสมมุติฐาน (hypothetical model) โดยการนำตัวแปรอิสระระดับนักเรียนที่ผ่านการวิเคราะห์และพิจารณาแล้วว่าเหมาะสมจากการวิเคราะห์ระดับนักเรียนมาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระระดับชั้นเรียนเพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรระดับชั้นเรียนที่มีต่อตัวแปรระดับนักเรียนมีรูปแบบดังนี้

โมเดลภายในกลุ่ม (within – unit model)

$$Y_{ig} = \alpha_g + B_{Y1}(X_{1g}) + B_{Y2}(X_{2g}) + ...+ E_{ig}$$

โมเดลระหว่างกลุ่ม (between – unit model)

$$\alpha_g = \alpha_0 + B\alpha_1(Z_{1g}) + B\alpha_2(Z_{2g}) + ...+ \delta_{0g}$$

$$B_{Y1} = B_{y10} + B_{B11}(Z_{1g}) + B_{B12}(Z_{2g}) + ...+ \delta_{1g}$$

$$B_{Y2} = B_{Y20} + B_{B21}(Z_{1g}) + B_{B22}(Z_{2g}) + ...+ \delta_{2g}$$

.

.

.

$$B_{Yk} = B_{Yk} + B_{Bk1}(Z_{1g}) + B_{Bk2}(Z_{2g}) + ...+ \delta_{kg}$$

จากสมการ โปรแกรมเอ็ชแอลเอ็ม จะใช้การทดสอบที (t – test) ทดสอบอิทธิพลกำหนด (fixed effects) และใช้การทดสอบไคสแควร์ (χ^2) ทดสอบอิทธิพลสุ่ม (random effects) ในทำนองเดียวกันกับการทดสอบโมเดลแบบง่าย (simple model)

10. การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา

การวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มทางการศึกษามักนิยมใช้การวิเคราะห์พหุระดับ โดยจะมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นระดับขั้น เช่น

-ระดับที่ 1 คือ ระดับภายในโรงเรียน และระดับที่ 2 คือ ระดับโรงเรียน

-ระดับที่ 1 คือ ระดับนักเรียน และระดับที่ 2 คือ ระดับสถานศึกษา

โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้สถิติ คือ การวิเคราะห์การถดถอยตามหลักการของโมเดลเชิงเส้นระดับลดหลั่น (Hierarchical Linear Model: HLM) หรือการวิเคราะห์พหุระดับเพื่อประมาณค่าตัวแปรตามด้วยปัจจัย/ตัวแปรระดับบุคคลที่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญเป็นตัวแปรพยากรณ์ ซึ่งเป็นวิธีการควบคุมปัจจัยแทรกซ้อนทั้งในระดับนักเรียนและโรงเรียน โปรแกรม HLM เป็นโปรแกรมการวิเคราะห์พหุระดับที่จะสามารถวิเคราะห์ตัวแปรต่างระดับร่วมกันได้ ลดความคลาดเคลื่อนในตัวประมาณค่า ทำให้ผลการวิเคราะห์มีความแม่นยำขึ้น และสามารถหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างระดับชั้นได้ ซึ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์ แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- ตอนที่ 1 การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับแบบไร้เงื่อนไขอย่างสมบูรณ์ (Fully Unconditional Model) เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้เห็นภาพรวมของตัวแปรตาม โดยไม่มีตัวแปรอิสระใด ๆ เข้าร่วมพิจารณา เพื่อตรวจสอบว่า ตัวแปรตามมีความแปรปรวนภายในหน่วยหรือระหว่างหน่วยเพียงพอที่จะทำการวิเคราะห์หาตัวแปรอิสระที่มีอิทธิพลในขั้นต่อไปหรือไม่

- ตอนที่ 2 การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับแบบไร้เงื่อนไข (Unconditional Model) เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรอิสระในระดับที่ 1 เข้ามาวิเคราะห์ทีละตัว เพื่อดูว่าตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อตัวแปรตามหรือไม่

- ตอนที่ 3 การวิเคราะห์โมเดลพหุระดับตามโมเดลสมมติฐาน (Hypothetical Model) เป็นการวิเคราะห์โดยนำตัวแปรอิสระในระดับที่ 1 มาวิเคราะห์ร่วมกับตัวแปรอิสระในระดับที่ 2 เพื่อตรวจสอบอิทธิพลของตัวแปรระดับที่ 2 ที่มีต่อตัวแปรตาม

ในการวิจัยครั้งนี้ ตัวแปรระดับที่ 1 คือ ระดับนักเรียน และตัวแปรระดับที่ 2 คือ ระดับห้องเรียน ผลต่างของคะแนนสอบจริงกับคะแนนที่คำนวณได้จากการปรับแก้ด้วยตัวแปรต่างๆ เรียกว่า มูลค่าเพิ่มทางการศึกษา ดังนั้น ในการวิเคราะห์มูลค่าเพิ่มทางการศึกษานั้น จะต้องกำหนดระดับขั้นของข้อมูล โดยเริ่มวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรที่มีขอบเขตขนาดเล็ก แล้วจึงวิเคราะห์ข้อมูลจากตัวแปรที่มีขอบเขตขนาดใหญ่ขึ้น ตามลำดับ

11. ปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีแนวทางการศึกษาหลายแนวทาง โดยในแต่ละแนวทางมีหลักการต่างกัน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีแนวคิดที่ใช้กันค่อนข้างมาก คือ แนวคิดที่อิงทรัพยากร (resource-based theory) เช่น งานวิจัยของ Greenward, Hedges, และ Laine (1996) โดยมองว่าทรัพยากรเป็นปัจจัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ตัวแปรที่ศึกษากันมากตามแนวคิดนี้ คือ ฐานะของผู้ปกครอง การศึกษาของผู้ปกครอง และปัจจัยเกี่ยวกับครู เช่น ประสบการณ์การสอน และปัจจัยโรงเรียนก็ล้วนแล้วแต่เป็นตัวแปรตามทฤษฎีที่อิงทรัพยากรทั้งสิ้น ทฤษฎีหรือแนวคิดที่สองที่ใช้ศึกษา คือ ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล (individual differences) เช่น งานวิจัยของ Yang และ Quadir (2017) โดยแนวคิดนี้เชื่อว่าผู้เรียนมีความแตกต่างกันและเรียนรู้ได้ดีไม่เท่ากัน ตัวแปรที่ใช้ศึกษากันมาก คือ ตัวแปรด้านภูมิหลังของผู้เรียน เช่น เพศ สติปัญญา และอายุ เป็นต้น ส่วนทฤษฎีที่สาม คือ ทฤษฎีด้านสังคมและจิตวิทยา (social and psychological theory) เช่น งานวิจัยของ Portes (1999) แนวคิดนี้เชื่อว่าปัจจัยด้านสังคมและจิตวิทยามีผลต่อการพัฒนาความสามารถทางสมองและผลการเรียนรู้ เช่น ตัวแปรเกี่ยวกับการสนับสนุนของครู อิทธิพลของเพื่อน แรงจูงใจ มโนทัศน์เกี่ยวกับตนเอง และความสนใจเรียน เป็นต้น

การวิจัยเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีจำนวนมากและได้ผลการวิจัยคล้ายๆ และสอดคล้องกับแนวคิดทฤษฎีข้างต้น เช่น สังวรณ์ งัดกระโทก (2552) ศึกษาปัญหาการสอนวิทยาศาสตร์ของไทยโดยใช้ข้อมูลผลการประเมินนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA) ปี พ.ศ. 2549 โดยหนึ่งในวัตถุประสงค์การวิจัย คือ เพื่อศึกษาว่าปัจจัยใดบ้างที่ส่งผลต่อคะแนนวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยที่สำคัญ คือ

1. วิธีการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ครูใช้มีคุณภาพไม่ดี วิธีการสอนขาดคุณภาพ ด้านที่เป็นปัญหาได้แก่ การสอนปฏิบัติการ การให้นักเรียนศึกษาทดลองด้วยตนเอง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียน

2. การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของไทยมีข้อจำกัดด้านทรัพยากรทางการศึกษา คือ การขาดวัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ การขาดบุคลากรสนับสนุน และการขาดครูที่มีความรู้

3. ปัจจัยที่มีผลต่อคะแนนวิทยาศาสตร์มีทั้งปัจจัยด้านจิตวิทยา ปัจจัยครอบครัว และปัจจัยโรงเรียน ประกอบด้วย นักเรียนเพศชาย และจำนวนเวลาที่ใช้ศึกษาวิทยาศาสตร์ การเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ ทรัพยากรทางการศึกษาที่บ้าน ความสนใจในวิทยาศาสตร์ ความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ ความเชื่อมั่นใน

สมรรถภาพของตนเองในการเรียนวิทยาศาสตร์ ดัชนีทางเศรษฐกิจ สังคมและวัฒนธรรมของครอบครัว ที่ตั้งของโรงเรียน โดยปัจจัยข้อจำกัดด้านทรัพยากรทางการศึกษา การสอนวิทยาศาสตร์ของครู มโนทัศน์เกี่ยวกับการวิทยาศาสตร์ ชั้นเรียนขนาดเล็ก และความมั่งคั่งของครอบครัวลดมีความสัมพันธ์เชิงลบต่อคะแนนวิทยาศาสตร์

จากทฤษฎีและวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนข้างต้น ผู้วิจัยนำแนวคิดอิงทรัพยากร (resource-based theory) และทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล (individual differences) มากำหนดตัวแปรเพื่อใช้เป็นตัวแปรควบคุมในขั้นการวิเคราะห์เพื่อให้เห็นผลของทรีตเม้นต์ได้ชัดเจนมากขึ้น โดยตัวแปรแทรกซ้อนตามแนวคิดอิงทรัพยากร ประกอบด้วย เศรษฐฐานะของนักเรียน (SES) ขนาดโรงเรียน (SIZE) การจัดการเรียนการสอนของครู (TEACHING) ประสบการณ์สอนของครู (EXPERIEN) และที่ตั้งของโรงเรียน (location) ตัวแปรแทรกซ้อนที่กำหนดตามทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล ประกอบด้วยตัวแปรดัมมี่เพศชาย (male) และความรู้เดิม (pretest)