

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรสาระและมาตรฐานการเรียนรู้
2. บทเรียนโปรแกรม
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ค่าดัชนีประสิทธิผล
5. เจตคติ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรสาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.1 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ แลใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวนและนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric Model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พิชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแทนเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่างๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความกตริเริ่มสร้างสรรค์

1.2. คุณภาพผู้เรียน

เมื่อผู้เรียนจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปีแล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปพัฒนาคุณภาพชีวิต ตลอดจนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และเป็นพื้นฐานในการศึกษาในระดับสูงขึ้น

เมื่อผู้เรียนจบการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เรียนควรมีความสามารถดังนี้

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอกและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวยและทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวยและทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric Transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้สามารถนึกภาพและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

5. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

6. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

7. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐานและฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

8. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณและประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

9. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

1.3 เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม

เนื้อหาเรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ตามหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ 2551 ได้กำหนดเนื้อหาที่มีขอบเขตดังนี้ จำนวนเต็ม การบวกจำนวนเต็ม การลบจำนวนเต็ม การคูณจำนวนเต็ม การหารจำนวนเต็มและสมบัติของจำนวนเต็ม

เมื่อนักเรียนเรียนเนื้อหาทั้ง 6 เรื่อง ก็จะบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ดังต่อไปนี้

1.3.1 เรื่อง จำนวนเต็ม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ระนุหรือยกตัวอย่างและเปรียบเทียบจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบและศูนย์ได้

1.3.2 เรื่อง การบวกจำนวนเต็ม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม บวก จำนวนเต็มและการนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดจากการบวก และบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบของจำนวนเต็มได้

1.3.3 เรื่อง การลบจำนวนเต็ม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ลบ จำนวนเต็มและการนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดจากการลบและบอกความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบของจำนวนเต็มได้

1.3.4 เรื่อง การคูณจำนวนเต็ม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม คูณจำนวนเต็มและการนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดจากการคูณและบอกความสัมพันธ์ของการคูณกับการหารของจำนวนเต็มได้

1.3.5 เรื่อง การหารจำนวนเต็ม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม หารจำนวนเต็มและการนำไปใช้แก้ปัญหา ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ อธิบายผลที่เกิดจากการหารและบอกความสัมพันธ์ของการคูณกับการหารของจำนวนเต็มได้

1.3.6 เรื่อง สมบัติของจำนวนเต็ม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

2. บทเรียนโปรแกรม

2.1 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

คำว่า “บทเรียนโปรแกรม” นี้อาจมีผู้เรียกแตกต่างกันออกไป จนบางครั้งอาจจะทำให้เกิดความสับสนกันได้เช่น แบบเรียนสำเร็จรูป ตำราแบบโปรแกรม แบบเรียนด้วยตนเอง เป็นต้น ความจริงแล้ว “บทเรียนโปรแกรม” เป็นการจัดระบบการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผู้ผลิตบทเรียนโปรแกรมอาจจะสร้างออกมาในลักษณะของตำรา หนังสือแบบเรียน ก็เรียกว่า แบบเรียนโปรแกรม หรืออาจสร้างในลักษณะอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งาน (บุญเกิด ควรวาเวช, 2543, หน้า 38)

ทิสนา แชมมณี (2550, หน้า 150) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนโปรแกรมหมายถึง การดำเนินการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนโปรแกรมนั้นด้วยตนเอง บทเรียนแบบนี้นำเสนอเนื้อหาสาระทีละขั้นตอนย่อยๆที่มีความต่อเนื่องไปตามลำดับ ซึ่งเรียกว่า เฟรม (Frame) และมีการถามให้ผู้เรียนตอบสนอง และตรวจสอบผลการตอบสนองของคนได้ทันทีว่าถูกหรือผิด เมื่อเรียนจบบทเรียนผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองและทราบผลการเรียนรู้ของคนองได้ทันที ผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนโดยใช้เวลาตามความสามารถหรือความต้องการของตน

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 124) กล่าวว่า บทเรียนโปรแกรมจะประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ คำถาม คำตอบ โดยแบ่งเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ ออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ จัดลำดับเป็นขั้นตอนในรูปแบบของกรอบหรือเฟรม (Frame) โดยในแต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาเป็นขั้นตอนทีละน้อย ในทุกขั้นตอนของการเรียนจะมีคำถามเพื่อทดสอบผู้เรียน และมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนทราบ เพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับทันทีเป็นการเสริมแรง บทเรียนแบบโปรแกรมจะบรรจุไว้ในสื่อชนิดต่าง ๆ เช่น หนังสือ ตำราเรียน สไลด์ ฟิล์มสทริป เครื่องคอมพิวเตอร์และเครื่องช่วยสอนเป็นต้น นอกจากนี้อาจเป็นรูปแบบสื่อประสมซึ่งส่วนมากจะจัดในรูปแบบสื่อการเรียนก็ได้

ชัยงค์ พรหมวงศ์ (อ้างถึงใน บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 38- 39) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนโปรแกรมหมายถึง การจัดระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยการดูจากผลสะท้อนกลับอยู่เสมอและบางครั้งก็อาจจะได้รับความรู้เพิ่มเติมในเนื้อหาที่นักเรียนยังมีความรู้ไม่เพียงพอ ผู้เรียนจะเลือกเรียนได้ตามความสนใจและก้าวไปตามความสามารถของแต่ละคน

เปรี๊ญ กุมุท (อ้างถึงใน บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 39) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมเทียบได้กับการสอนของครูที่ดีคนหนึ่งนั่นเอง เมื่อผู้เรียนนำบทเรียนสำเร็จรูปมาเรียน เมื่อนั้นเขากำลังพบกับการสอนของครูดี ๆ เข้าแล้ว ครูที่มาสอนความรู้ ทักษะและทัศนคติให้เขา เมื่อไร ที่ไหนก็ได้ที่เขาต้องการเรียน เป็นการสอนการเรียนแบบตัวต่อตัวและสามารถปรับการสอนให้ผู้เรียนสามารถไปได้ช้าหรือเร็วตามความสามารถของตนเองได้ บทเรียนนี้มีหลายรูปแบบแล้วแต่จะบรรจุไว้ในสื่อการสอนอะไร ถ้าบรรจุในหนังสือก็เรียกว่า แบบเรียนสำเร็จรูปหรือแบบเรียนโปรแกรม ถ้าบรรจุอยู่ในเครื่องมือหรือกลไกอย่างง่ายเรียกว่า เครื่องสอนหรือ Teaching Machine บ้างก็ออกมาในรูปของสื่อทัศนศึกษาบางประเภท เช่น สไลด์ เทป ภาพยนตร์

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า บทเรียนโปรแกรมคือ บทเรียนที่มีการจัดลำดับเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ทีละน้อยเป็นลำดับขั้นตอน มีแบบทดสอบ รู้ผล

สะท้อนกลับอยู่เสมอ และบางครั้งก็อาจจะได้รับความรู้เพิ่มเติมในเนื้อหาที่นักเรียนยังมีความรู้ไม่เพียงพอ ผู้เรียนจะเลือกเรียนได้ตามความสนใจและก้าวไปตามความสามารถของแต่ละคน

2.2 ประวัติความเป็นมาของบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ ควรวาเวช (2542, หน้า 39-40) บทเรียนโปรแกรมมีจุดเริ่มต้นที่สหรัฐอเมริกา โดยศาสตราจารย์เพรสซี่ (Sydney L. Pressey) แห่งมหาวิทยาลัยโอไฮโอ ได้ประดิษฐ์เครื่องสอน (Teaching Machine) ขึ้นมาสำหรับทดสอบนักเรียน เมื่อ พ.ศ. 2463 และได้ทำการปรับปรุงนำออกเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2472 แต่เนื่องจากยังไม่ค่อยมีคนเห็นความสำคัญ จึงทำให้ไม่ได้พัฒนาเท่าที่ควร

บทเรียนโปรแกรมเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น ในปีพ.ศ. 2497 เมื่อ สกินเนอร์ (B. F. Skinner) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้เขียนบทความอธิบายหลักการเรียนรู้ ซึ่งนำไปสู่การสร้างบทเรียนโปรแกรมลงในวารสาร Harvard Education Review และต่อมาสกินเนอร์ได้ประดิษฐ์และทดลองเครื่องสอนของเขาและพิมพ์ผลงานออกเผยแพร่ในวารสาร Science เมื่อปี พ.ศ. 2500 ทำให้บทเรียนโปรแกรมแพร่หลายไปทั่วสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ ผลการค้นคว้านี้เองทำให้สกินเนอร์ได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้ให้กำเนิดบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น

หลังจากนั้นมีนักจิตวิทยาคนหนึ่ง คือ โคร์เคอร์ ทำให้บทเรียนโปรแกรมได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้น เขาได้ทำการค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา ได้รับความสำเร็จมากจนได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้ให้กำเนิดบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา

บทเรียนโปรแกรมได้รับการพัฒนาอีกต่อ ๆ มาโดยอาศัยแนวคิดของสกินเนอร์และโคร์เคอร์เป็นหลัก มีการจัดตั้งองค์การเพื่อทำการวิจัยและเผยแพร่บทเรียนโปรแกรมนี้ เช่น มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย มหาวิทยาลัยพรินซ์ มหาวิทยาลัยเบอร์มิงแฮม และในลอนดอนเป็นต้น บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นในระยะหลังๆนี้มีการนำเอาการวิเคราะห์งาน (Task Analysis) เกี่ยวกับกระบวนการของการเรียนรู้มาใช้เป็นเครื่องนำทางและได้มีการนำเอาสื่อการสอนต่าง ๆ เข้ามาไว้ในบทเรียนโปรแกรมด้วย

จากความเป็นมาของบทเรียนโปรแกรมจะเห็นได้ว่า บทเรียนโปรแกรมได้เริ่มจากเครื่องสอนก่อน แล้วจึงค่อยมีผู้คิดทำในรูปของหนังสือหรือตำรา ที่เรียกว่า แบบเรียนโปรแกรม นั่นเอง

2.3 ลักษณะของบทเรียนโปรแกรม

อานวย เชชชัยศรี (2544, หน้า 129- 130) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า ลักษณะของบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรมคือ เนื้อหาบทเรียนถูกแบ่งออกเป็นส่วนย่อย ๆ เรียกว่ากรอบ (Frame) และลำดับของกรอบเนื้อหาจากกรอบแรกไปจนถึงกรอบสุดท้าย เนื้อหาจะถูกลำดับจากสิ่งที่ย่างไปสู่สิ่งที่ยาก แต่ละกรอบจะมีคำอธิบายและมีคำถามกระตุ้น

ความสนใจต่อเนื่องกันตลอดไป ผู้เรียนตอบคำถามแล้วจะสามารถตรวจคำตอบได้ทันที คำตอบของผู้เรียนถูกหรือผิดจะมีการศึกษาไปตามลำดับขั้นและปฏิบัติตามคำแนะนำที่ปรากฏไว้ควบคู่กับเนื้อหา บทเรียนจะกำหนดกิจกรรมเสมือนตัวแทนครูที่กำกับให้ผู้เรียนเรียนเป็นรายบุคคลตัวต่อตัว และทำให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมการเรียนเป็นไปตามที่กำหนดไว้

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 42) ได้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนโปรแกรมอาจจะถูกนำมาสร้างในลักษณะต่าง ๆ กัน ตามความเหมาะสมกับจุดประสงค์ เช่น ในลักษณะของเครื่องสอนหรือแบบเรียนโปรแกรมไม่ว่าจะอยู่ในลักษณะใดก็ตาม บทเรียนโปรแกรมจะมีลักษณะสำคัญดังนี้

1. มีการกำหนดวัตถุประสงค์เอาไว้อย่างชัดเจน สามารถวัดได้จริงเรียกว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เนื้อหาวิชาจะถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ หรือย่อย ๆ แล้วนำมาจัดลำดับแต่ละขั้นย่อย ๆ นั้นเรียกว่ากรอบ (Frame) แต่ละกรอบอาจมีความสั้นยาวแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม
3. จัดเรียงลำดับกรอบของบทเรียนเอาไว้ต่อเนื่องกัน จากง่ายไปหายากและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน มีการย้ำทวนและให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองอยู่ตลอดเวลา
4. ผู้เรียนมีโอกาสดูย้อนหลังหรือมีส่วนร่วมในการเรียนจากกิจกรรมต่าง ๆ กำหนดไว้ในกรอบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและมีทักษะในเรื่องที่เรียน
5. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ผู้เรียนสามารถตรวจสอบคำตอบด้วยตนเองได้ทันที จากคำตอบและจะมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ด้วย
6. มีการเสริมแรงทุกระยะขั้นตอนที่สำคัญ ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและต้องการเรียนต่อไป การเสริมแรงนี้อาจอยู่ในรูปของคำชม หรือการที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองทำได้ถูกต้องแล้ว
7. ไม่จำกัดเวลาในการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละคน คนอ่อนอาจใช้เวลามากกว่าคนเก่งแต่ก็สามารถเรียนได้สำเร็จเช่นกัน
8. มีการวัดผลที่แน่นอนคือ มีการทดสอบย่อยในระหว่างที่เรียน ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนให้เห็นอย่างชัดเจนอีกด้วย

2.4 ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

จากการได้ศึกษาพบว่า มีนักการศึกษาได้แบ่งประเภทของบทเรียนโปรแกรมไว้แตกต่างกัน แต่ในที่นี้จะขอแบ่งตามวิธีการเรียนรู้เป็นหลัก ชีรชัย ปุณณโชติ (2532, หน้า 11-12) ได้แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. **บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง (Linear Programming)** บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง เป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาที่ละน้อยบรรลุถึงกรอบหรือเฟรมต่อเนื่องกันตามลำดับ จากกรอบที่หนึ่ง กรอบที่สอง ไปจนถึงกรอบสุดท้ายตามลำดับ โดยเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปหายาก สิ่งที่เรียนจากหน่วยย่อยหรือกรอบแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานสำหรับกรอบถัด ๆ ไป การแบ่งบทเรียนออกเป็นหน่วยย่อยหรือกรอบก็เพื่อหลีกเลี่ยงการผิดพลาดในการเรียนของนักเรียน ในแต่ละกรอบจะมีเนื้อหา คำถามให้ตอบและมีที่ว่างให้ตอบ โดยอาจจะอยู่ในกรอบเดียวกันหรือคนละกรอบก็ได้ ส่วนเฉลยคำตอบนั้นอาจจะอยู่ในกรอบถัดไปหรืออยู่ในกรอบเดียวกันก็ได้ แต่มักจะอยู่ที่ว่างด้านขวาหรือซ้ายของหน้ากระดาษ

ผู้เรียนจะต้องเรียงตามลำดับที่ละกรอบต่อเนื่องกันไปตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายโดยไม่ข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งเลย ทุกคนจะต้องเรียนลำดับเช่นนี้เหมือนกันหมดไม่ว่าจะมีสติปัญญาแตกต่างกันหรือไม่ก็ตาม แต่คนที่เก่งสามารถที่จะใช้เวลาในการเรียนน้อยกว่าคนที่เรียนอ่อนกว่าได้

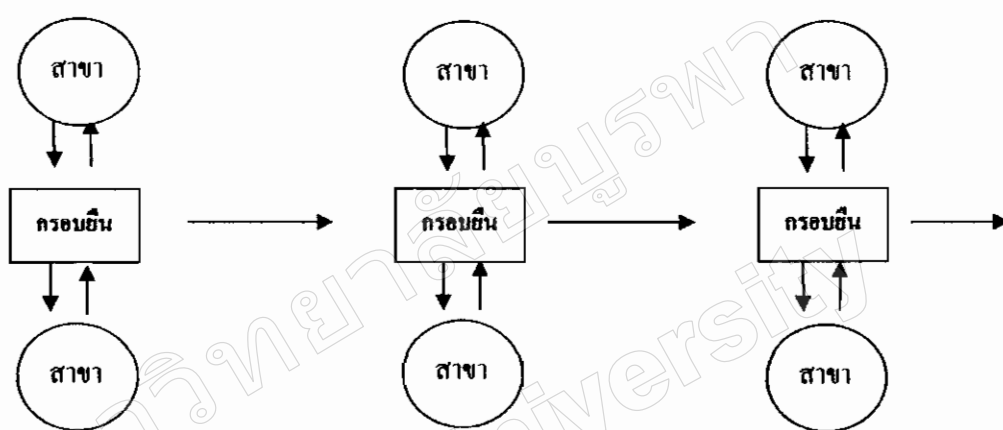


ภาพที่ 1 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง

2. **บทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่ง (Branching Programming)** บทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่ง คือวิธีการเขียนบทเรียนแบบสลับลำดับ ซึ่งแตกต่างกันวิธีการเขียนบทเรียนแบบโปรแกรมเส้นตรงที่เขียนบทเรียนแบบเรียงลำดับการเขียนบทเรียน บทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่งนี้จะมีการเรียงลำดับข้อความย่อย โดยอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของข้อความย่อย ๆ ที่เป็นหลักของบทเรียนได้ถูกต้อง ผู้เรียนก็จะได้รับคำสั่งให้ข้ามหน่วยย่อยได้จำนวนหนึ่ง แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องก็อาจได้รับคำสั่งให้เรียนข้อความย่อยต่าง ๆ เพิ่มเติมก่อนที่จะก้าวหน้าต่อไป การเรียนจากบทเรียนโปรแกรมชนิดนี้ ผู้เรียนจะต้องพยายามทำตามคำสั่งที่ปรากฏในแต่ละกรอบ การเรียนจะไม่ดำเนินไปตามลำดับตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้าย ผู้เรียนอาจจะต้องย้อนกลับ ไปกลับมาในหน้าต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสามารถในการให้คำตอบที่ถูกต้องของผู้เรียนเป็นสำคัญ

ลักษณะของบทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่งประกอบด้วยหลัก ซึ่งผู้เรียนทุกคนจะต้องเรียน ซึ่งเรียกว่า “กรอบขึ้น” กรอบขึ้นนี้เป็นกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน ถ้าผู้เรียนตอบ

ถูกต้อง ผู้เรียนก็จะเรียนตามกรอบขึ้นเหล่านี้ไปโดยตลอด ในแต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาที่เป็นหลักของเรื่องที่จะสอนอย่างสั้น ๆ ประมาณ 1-2 ย่อหน้าแล้วติดตามด้วยปัญหาหรือคำถามให้ผู้เรียนตอบ แต่ลักษณะของคำถามเป็นแบบให้เลือกตอบแบบ 2 หรือ 3 คำเลือก ในแต่ละเลือกจะระบุหน้ากำกับไว้ให้ผู้เรียนพลิกไปตามผู้เรียนเลือกตัวเลือกเหล่านั้น ในกรอบขึ้นแต่ละกรอบจะมี “กรอบสาขา” หนึ่งหรือสองกรอบแต่ละกรอบสาขามีไว้สำหรับผู้เรียนที่เลือกคำตอบไม่ถูกเพื่อสอนหรือให้คำแนะนำเสียก่อน แล้วค่อยให้ผู้เรียนกลับไปยังกรอบขึ้นเดิมอีกครั้ง



ภาพที่ 2 บทเรียนโปรแกรมแบบแตกกิ่ง

บทเรียน โปรแกรมแตกกิ่งนี้ให้ความสำคัญของความแตกต่างทางสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคน ดังนั้นการให้ผู้เรียนตอบสนองในบทเรียนจึงใช้คำถามแบบเลือกตอบ จากการเลือกคำตอบของผู้เรียนจะทำให้แต่ละคนก้าวหน้าไปในลักษณะที่แตกต่างกัน ผู้เรียนที่ตอบคำถามถูกต้องเนื่องจากมีความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ แล้วก็จะข้ามกรอบปัญหาบางกรอบที่ไม่จำเป็นสำหรับเขาไปได้ ทำให้ทวนเวลาในการเรียน ส่วนผู้ที่ตอบไม่ถูกซึ่งแสดงให้เห็นว่าเขายังไม่เข้าใจบทเรียนในกรอบใดกรอบหนึ่ง บทเรียน โปรแกรมชนิดนี้ก็จะกำหนดให้เขาไปสู่กรอบที่จัดไว้เพื่อแนะนำหรือชี้แจงเหตุผลว่าเหตุใดเขาถึงตอบผิด แล้วจึงกำหนดให้เขากลับมาตอบปัญหาในกรอบเดิมให้ถูกต้องเสียก่อนที่จะก้าวไปสู่กรอบหลักหรือกรอบขึ้นอื่น ๆ ต่อไป

3. บทเรียนโปรแกรมแบบไม่แยกกรอบ บทเรียนโปรแกรมไม่แยกกรอบเป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาที่ต่อเนื่องตามลำดับขั้น มีคำถามและมีเฉลยหรือแนวในการตอบคำถามไว้ให้ตรวจสอบทันทีแต่ไม่เสนอเนื้อหาในลักษณะของกรอบ แต่เสนอเนื้อหาเป็นลำดับต่อเนื่องกัน เช่นเดียวกับการเขียนบทเรียนหรือคำรา แตกต่างกันแต่เพียงว่าบทเรียนประเภทนี้จะต้องมีคำตอบ

หรือแนวคำตอบไว้ในผู้เรียนเพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนว่า คำตอบของตนถูกหรือผิด ซึ่งเป็นการให้การเสริมแรงแก่ผู้เรียนตอบถูกต้อง

ผู้สนใจอาจศึกษาตัวอย่างการเขียนบทเรียนโปรแกรมแบบนี้ได้จากรูปแบบการเขียนเอกสารการสอนชุดวิชาต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ซึ่งมีลักษณะเป็นบทเรียนโปรแกรมแบบไม่แยกกรอบและเสนอบทเรียนตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

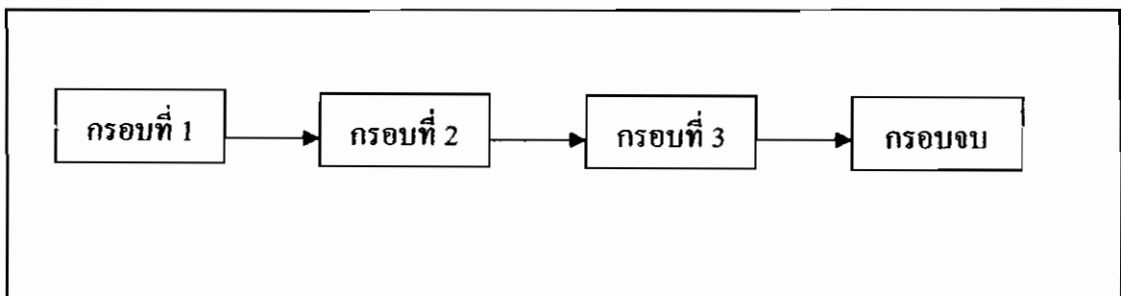
1. ชื่อหน่วยการเรียนรู้
2. ชื่อหัวเรื่อง
3. แนวคิด หรือแนวคิดหลัก (Concept)
4. วัตถุประสงค์
5. เนื้อหา
6. กิจกรรม หรือคำถาม
7. แนวตอบ

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 , หน้า 46-49) ได้แบ่งชนิดของบทเรียนโปรแกรมออกเป็น

2 ชนิดด้วยกันคือ

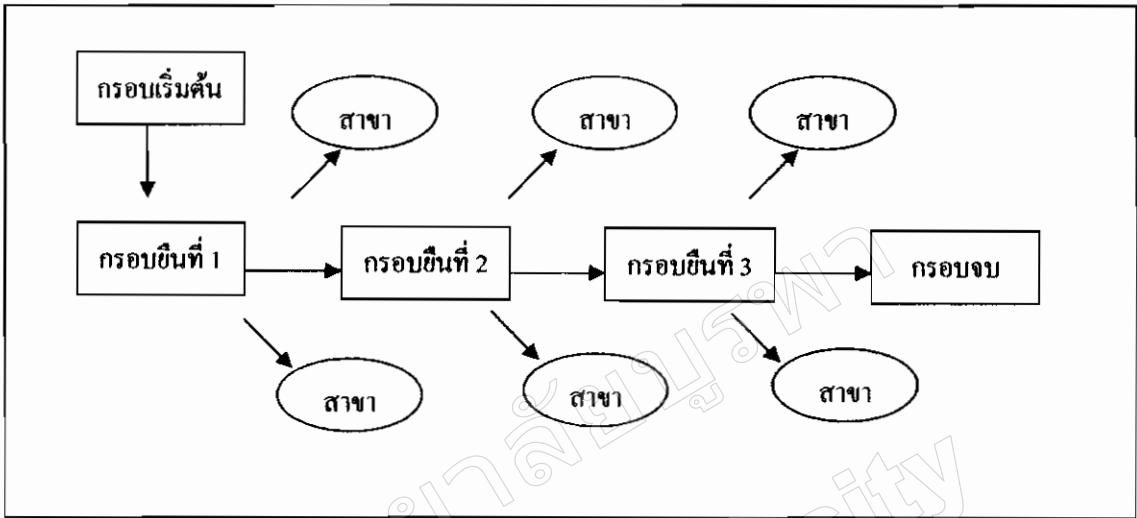
1. บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือแบบเส้นตรง (Linear Programming)

บทเรียนนี้จะจัดลำดับเนื้อหาบรรจุลงในกรอบตามลำดับ จากกรอบที่ 1 กรอบที่ 2 กรอบที่ 3 ไปจนครบ ผู้เรียนจะต้องเรียนเรียงตามลำดับที่ละกรอบต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบสุดท้ายจะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ แต่คนเก่งสามารถจะเรียนจบได้เร็วกว่าคนที่เรียนอ่อน บทเรียนแบบเชิงเส้นนี้ทำได้ง่ายแต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาหน่อยๆต่อเนื่องกันไปตามลำดับ



ภาพที่ 3 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง

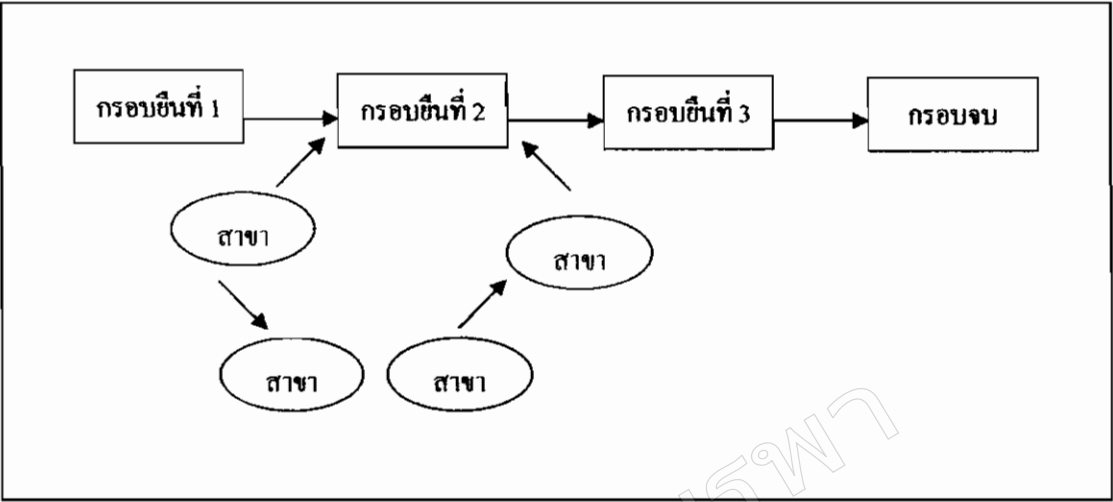
บทเรียนแบบสาขา ผู้เรียนทุกคนไม่จำเป็นต้องเรียนทุกกรอบ คนเรียนเก่งจะเรียนจบเร็วกว่าคนเรียนอ่อนเพราะไม่ต้องเสียเวลาแวะเรียนตามกรอบสาขาย่อย ๆ



ภาพที่ 4 บทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา

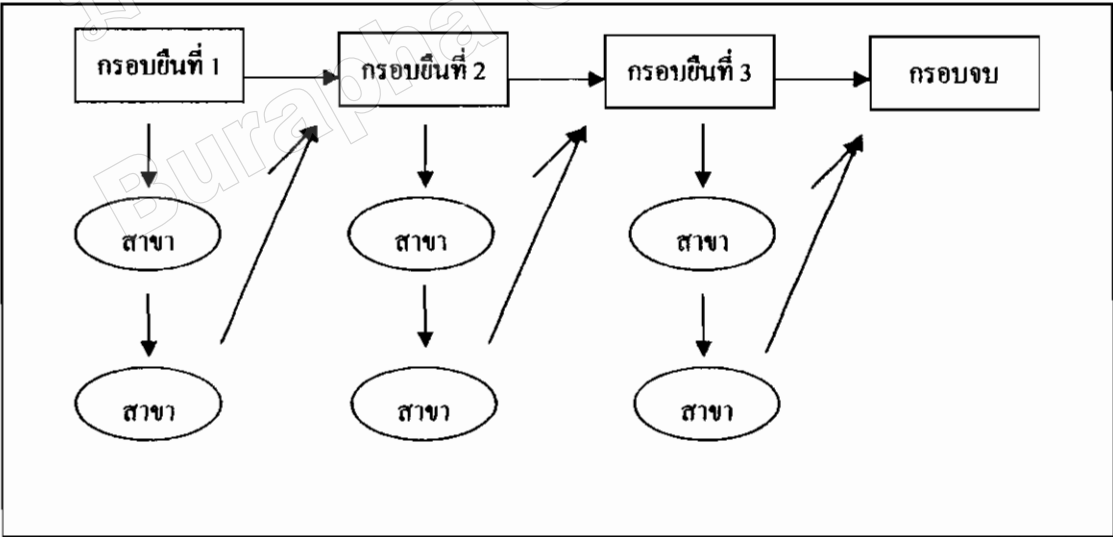
หนังสือตำราทั่วไปผู้เรียนต้องเปิดอ่านตามหน้าที่แบบเรียนกำหนดให้ ถ้าเป็นบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องสอน ผู้เรียนจะถูกส่งให้กลุ่มต่าง ๆ ที่มีหลายปุ่ม เพื่อเลือกคำตอบที่ถูก เครื่องสอนจะมีการบังคับด้วยกลไกอัตโนมัติให้เลื่อนไปที่ละกรอบ อาจจะเป็นกรอบหลักหรือกรอบสาขาตามแต่ที่บทเรียนได้กำหนดเอาไว้ผู้เรียนจะเห็นกรอบต่าง ๆ ปรากฏบนจอที่อยู่กับเครื่องนั้นและเครื่องก็จะทำหน้าที่นับจำนวนข้อผิดและถูกให้ผู้เรียนได้ทราบด้วย

บทเรียนแบบสาขานี้จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้รายละเอียดแต่ละขั้นตอน ได้เป็นอย่างดี แต่การสร้างค่อนข้างยากกว่าแบบแรกบทเรียนแบบสาขาที่สร้างได้จะสามารถช่วยผู้เรียนได้เป็นอย่างดี การสร้างบทเรียนแบบนี้วิธีการแตกสาขาได้หลายลักษณะด้วยกัน ได้แก่



ภาพที่ 5 การแตกสาขาลักษณะ Remedial Loop

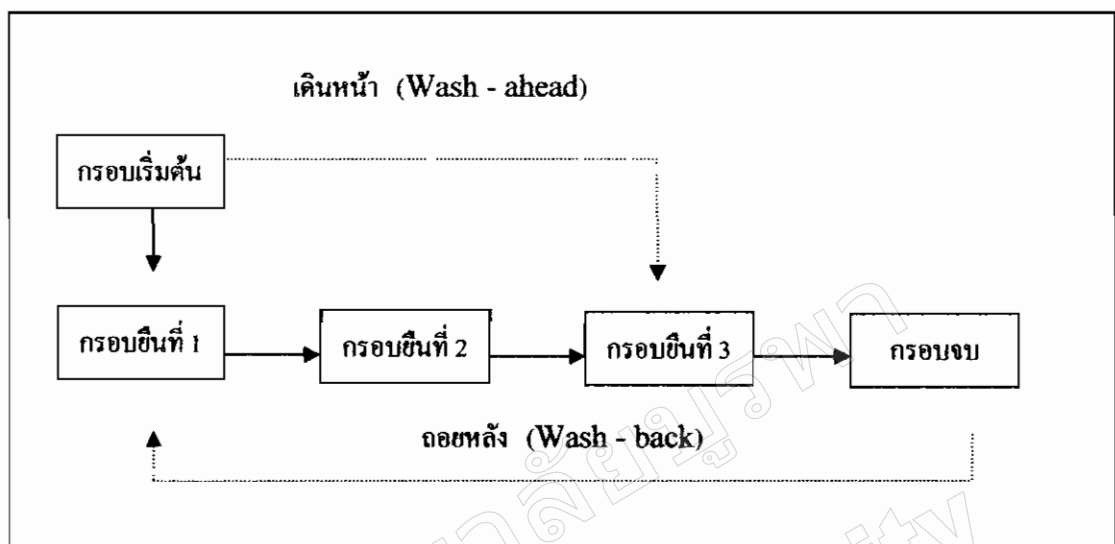
การแตกสาขาลักษณะ Remedial Loop นี้มีลักษณะเป็นบ่วงแตกสาขาไป แล้วจะ
วกกลับมาสู่กรอบชั้นเดิมแล้วจึงค่อยเรียนกรอบต่อไปจำนวนสาขาในบ่วงจะมีตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป



ภาพที่ 6 การแตกสาขาลักษณะ Secondary Tracks

บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่สร้างขึ้นในลักษณะ Secondary Tracks นี้ผู้เรียนจะเรียน
ในกรอบชั้นที่ 1 แล้วตอบคำถาม ถ้าผ่านก็สามารถไปเรียนในกรอบชั้นที่ 2 ได้เลย แต่ถ้าตอบผิด

จะต้องแวะไปเรียนในสาขาที่ 1 ก่อนถ้าผ่านได้ก็ไปเรียนในกรอบชั้นที่ 2 แต่ถ้ายังตอบผิดอีกก็ต้องแวะไปเรียนกรอบสาขาที่ 2 ให้ผ่านก่อนเรียนลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ



ภาพที่ 7 การแตกสาขาลักษณะ Gate Frame

เข้าใจกรอบเริ่มต้นแล้ว และถ้าเกิดปัญหาไม่สามารถจะเรียนต่อไปได้ ก็จำเป็นต้องถอยหลังกลับมาเรียนในกรอบชั้นที่ 1 อีกครั้ง เพื่อเสริมสร้างความรู้ที่เป็นพื้นฐาน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ

บทเรียนโปรแกรมนอกจากแบบเชิงเส้นและแบบสาขาแล้ว ยังอาจจะมีแบบอื่น ๆ ที่แยกย่อยออกไปได้อีกเช่น บทเรียนหรือคำราที่มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราชใช้อยู่ในปัจจุบันนี้เป็นบทเรียนโปรแกรมแบบไม่แยกกรอบ บทเรียนชนิดนี้จะเสนอเนื้อหาที่ละเอียดตามลำดับขั้น แต่ไม่อยู่ในลักษณะของกรอบเหมือนสองชนิดแรก เนื้อหาที่เสนอจะต่อเนื่องกันเหมือนการเขียนบทความหรือคำรา แต่ที่สำคัญก็คือจะมีเฉลยหรือแนวตอบไว้ให้ตรวจสอบได้ทันทีที่ตอบคำถามเสร็จ

บทเรียนโปรแกรมอาจจะถูกนำเสนอในรูปของสื่อประสม (Media Programmed Instruction) อื่น ๆ นอกเหนือจากสิ่งที่พิมพ์หรือเครื่องสอน ได้แก่ สไลด์ประกอบคำบรรยายแบบโปรแกรม ภาพชุดโปรแกรมชุดการสอนหรือชุดการสอนทางไกล เป็นต้น

2.5 จิตวิทยาที่เป็นพื้นฐานของบทเรียนโปรแกรม

ในการสร้างบทเรียนโปรแกรมนั้น บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 41) ได้กล่าวถึงการนำเอาทฤษฎีจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างบทเรียนโปรแกรมหดังนี้

1. ทฤษฎีของธอร์นไคค์

1.1 กฎแห่งผล (Law of Effect) กฎนี้ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ทั้งสองสิ่งนี้จะเชื่อมโยงกันได้ถ้าสามารถสร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้เรียนได้ ซึ่งอาจจะได้จากการเสริมแรง เช่น การรู้ว่าตนเองตอบคำถามได้ถูกต้อง หรือการให้รางวัล เป็นต้น

1.2 กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การที่ผู้เรียนได้กระทำซ้ำหรือทำบ่อยครั้งจะเป็นการช่วยเสริมสร้างให้เกิดการเรียนรู้ที่มั่นคงขึ้น ฉะนั้นการเรียนรู้จะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดจึงขึ้นอยู่กับทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกหัดในเรื่องที่เรียนนั้นตามความเหมาะสมด้วย

1.3 กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) เมื่อร่างกายพร้อมที่จะทำแล้ว ถ้ามีโอกาสที่จะทำย่อมเป็นที่พึงพอใจ แต่ถ้าไม่มีโอกาสที่จะกระทำย่อมไม่พอใจ ในทางตรงกันข้ามถ้าร่างกายไม่พร้อมที่จะกระทำ แต่ถูกบังคับให้ต้องกระทำก็เกิดความไม่พอใจเช่นกัน

2. ทฤษฎีของสกินเนอร์

ทฤษฎีของสกินเนอร์ส่วนใหญ่จะใช้หลักการของธอร์นไคค์นั่นเอง ส่วนสำคัญที่นำมาใช้เป็นหลักของบทเรียนโปรแกรมคือ หลักการเสริมแรง ผู้เรียนจะเกิดกำลังใจต้องการเรียนต่อเมื่อได้รับการเสริมแรงในขั้นตอนที่เหมาะสม การเสริมแรงของบทเรียนโปรแกรมนั้นใช้การเฉลยคำตอบให้ทราบทันทีและพยายามหาวิธีการ เพื่อไม่เกิดการตอบสนองที่ผิดพลาดโดยการจัดเสนอความรู้ให้ต่อเนื่องที่ละขั้นอย่างละเอียด

2.6 หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ คชรทวาช (2542, หน้า 50) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้ การสร้างบทเรียนโปรแกรมมีลักษณะคล้ายกับการวางแผนการสอนตามปกติของตนเอง คือแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน

2. การดำเนินเรื่องหรือการสอน เป็นกระบวนการให้ความรู้แก่ผู้เรียนซึ่งในเวลาที่เราสอนตามปกติเราอาจจะใช้สื่อต่าง ๆ ตามความเหมาะสม ในบทเรียนโปรแกรมนี้อีกเช่นกัน ผู้สร้างจะต้องวางแผนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมในการเรียนหรือตอบสนองกิจกรรม สื่อการเรียนอะไรบ้าง เช่น อาจให้วาดภาพ ระบายสี ตอบคำถาม รวมทั้งการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ประกอบในขณะที่เขาเรียนจากบทเรียนของเรา

3. การสรุปและประเมินผล ก็เหมือนกับที่ครูเป็นผู้สอนเองแต่ฝึกกันที่ครูสอนเองนั้น

ครูเป็นฝ่ายพูด ผู้เรียนเป็นฝ่ายฟัง ส่วนบทเรียนโปรแกรมนั้น ผู้เรียนจะเรียนโดยการอ่านหรือฟัง

จากเทปบันทึกเสียง ภาษาที่ใช้ในบทเรียนโปรแกรมจะต้องเป็นภาษาที่เข้าใจได้ง่าย มีอารมณ์ขันบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยไม่เบื่อง่ายเหมือนกับการอ่านหนังสือทั่วไป

บุญชม ศรีสะอาด (2545, หน้า 77) ได้กล่าวถึงหลักการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปไว้ดังนี้

1. หลักการเรียนรู้เพิ่มทีละน้อย (Gradual Approximation) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้ามีการจัดแบ่งขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอนให้เป็นขั้นตอนสั้น ๆ พอสมควร เพื่อให้เป็นพื้นฐานเสริมหรือเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ขั้นต่อไป การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปจึงมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นตอนเป็นกรอบ ผู้เรียนจะค่อย ๆ เรียนรู้ตั้งสมขึ้นไปเรื่อย ๆ เมื่อเรียนรู้หลาย ๆ กรอบจนจบบทเรียนก็จะบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ครบตามต้องการ

2. หลักการมีส่วนร่วมอย่างจริงจัง (Active Participation) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าผู้เรียนทำกิจกรรม เช่น คิดแก้ปัญหา ค้นหาความสัมพันธ์ ระลึกถึงความรู้เดิม ผู้เรียนจึงมีส่วนที่จะต้องตอบสนองออกมา โดยเติมข้อความลงในช่องว่างหรือเลือกคำตอบที่เหมาะสม โดยจะต้องตอบสนองอยู่บ่อย ๆ แทบทุกกรอบ บางกรอบอาจตอบมากกว่า 1 ครั้ง ลักษณะดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนติดตามบทเรียนตลอดเวลา

3. หลักของการรู้ผล (Feedback) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนได้รู้ผลของการกระทำของตน รู้ว่าสิ่งที่ทำไปนั้นถูกหรือผิด ถ้าผิดที่ถูกควรเป็นอย่างไร จากหลักการดังกล่าวในการสร้างบทเรียนสำเร็จรูปจึงมีการเฉลยคำตอบที่ถูกต้อง ให้ผู้เรียนได้ทราบว่าได้ตอบคำถามไปนั้นถูกต้องหรือไม่โดยเทียบกับคำตอบที่เฉลยไว้แล้ว

4. หลักของความสำเร็จ (Success Experience) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนรู้สึกว่าได้ประสบความสำเร็จ ทำให้ถูกต้อง จากหลักการดังกล่าวนี้ จึงมีการปูพื้นฐานเริ่มจากง่าย ๆ มีการเขียนข้อความรู้และที่สำคัญคือในการตอบสนองบทเรียนจะพยายามให้ตอบโดยที่มั่นใจว่า ถ้าผู้เรียนติดตามอย่างตั้งใจจะสามารถตอบได้เอง

2.7 วิธีการสร้างบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 51-54) ได้กล่าวถึงวิธีการสร้างบทเรียนโปรแกรมมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นวางแผน

ในขั้นวางแผนนี้ เป็นขั้นที่สำคัญมาก ผู้สร้างจะต้องพิจารณาตัดสินใจให้เสียก่อนว่าจะเลือกเรื่องใด วิชาใด มาสร้างจึงจะเหมาะสมซึ่งควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 เนื้อหาวิชานั้นควรจะเป็นเรื่องที่คงตัวหรือเป็นหลักในการสอนตลอดไป

1.2 เนื้อหาวิชานั้นเคยมีใครนำมาทำเป็นบทเรียนโปรแกรมหรือยังถ้าเคยมีคนเคยทำแล้วก็ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาทำซ้ำ

1.3 สามารถสร้างเสร็จได้ในเวลาที่กำหนด

1.4 ผลที่ได้จะคุ้มกับการลงทุนหรือไม่ อาจพิจารณาถึงผลการเรียนที่จะได้รับและจำนวนนักเรียนที่ต้องใช้ด้วย

1.5 สามารถช่วยลดภาระของครูผู้สอนในการสอน และลดเวลาในการฝึกการเรียนของนักเรียนหรือไม่

1.6 เมื่อสร้างแล้วสามารถจะวัดผลได้ตามความต้องการหรือไม่

เมื่อตัดสินใจเลือกเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนโปรแกรมได้แล้ว จะต้องพิจารณาคือไปอีกว่า จะสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสม ควรเป็นแบบเชิงเส้นหรือแบบสาขาจึงจะดี และจะสร้างในรูปแบบใด เช่น สิ่งพิมพ์ การ์ตูน สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์หรือโทรทัศน์ เป็นต้น

2. ขั้นตอนการ

2.1 ศึกษาหลักสูตรรวมทั้งประมวลการสอน เพื่อจะได้สร้างบทเรียนได้ตรงกับเนื้อหา ระดับและจุดประสงค์ที่หลักสูตรได้กำหนดไว้

2.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง โดยอาศัยข้อมูลจากหลักสูตรและความต้องการของผู้เรียนเป็นหลัก จุดมุ่งหมายนี้ควรมีทั้งจุดมุ่งหมายทั่วไปที่กล่าวเอาไว้กว้าง ๆ และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมที่กระจำชัดสามารถจะจัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้

2.3 วิเคราะห์เนื้อหาโดยการนำเอาเนื้อหาทั้งหมดที่จะสร้างมาแตกเป็นหัวข้อย่อยๆ อย่างละเอียด แล้วนำมาเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยการใช้วิธีวิเคราะห์ (Task Analysis) หรือการพิจารณาว่าสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ควรจะต้องเรียนผ่านขั้นตอนหรือหัวข้อย่อยๆ ไ้บ้างตามลำดับขั้นสุดท้ายที่ต้องการนั่นเอง

2.4 สร้างแบบทดสอบ จะต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งเอาไว้ แบบทดสอบฉบับนี้อาจจะนำไปใช้ทั้งการสอบก่อนเรียน (Pre- Test) และทดสอบหลังเรียน (Post - Test) ด้วยก็ได้ ถ้าแบบทดสอบนั้นสามารถสร้างได้อย่างมีความเชื่อมั่นสูง ถ้าไม่ใช้ฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบหลังเรียนก็จะต้องมีเนื้อหาเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน แต่อาจจะแตกต่างกันในเรื่องวิธีการหรือข้อความเท่านั้น

2.5 ลงมือเขียน การเขียนบทเรียนโปรแกรมควรคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้

2.5.1 เนื้อหาย่อยๆ ในแต่ละหน่วยย่อยจะก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยถัดไป

2.5.2 เนื้อหาหรือคำอธิบายจะต้องเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้อย่างดี

2.5.3 ช่วยให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลในการเรียนมากที่สุด

2.5.4 เนื้อหาในแต่ละหน่วยควรจะพาดพิงถึงหน่วยเดิมด้วย เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนมาแล้ว

2.5.5 มีการชี้แนวทางหรือแนะนำให้ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องตามความเหมาะสม โดยอาจจะให้กฎเกณฑ์และตัวอย่างมากพอให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้อย่างดี มีการให้คำแนะนำมาก ๆ แล้วค่อยลดลง (Fading) หรืออาจจะแนะนำโดยการเปรียบเทียบความคิดหรือสิ่งที่เหมือนกันก็ได้ทั้งนี้ อาจจะใช้กรอบแรกเป็นกรอบแนะนำแนวทางในกรอบต่อไป

2.5.6 มีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนได้ทราบทันทีด้วย เพื่อเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนต้องการเรียนต่อไป แต่บางกรอบอาจจะไม่จำเป็นต้องมีคำตอบก็ไม่ต้องมีไว้ เช่น ในกรอบแนะนำหรือกรอบพื้นฐาน เป็นต้น การเสนอคำตอบโดยเฉพาะแบบเชิงเส้นสามารถวางไว้หลายแบบด้วยกัน เช่น คำตอบอยู่หน้าเดียวกับคำถามหรืออยู่หน้าถัดไป อาจใช้ตัวอักษรหัวกลับกับคำถามเสีย หรืออาจจัดคำตอบไว้ท้ายเล่มหรือคนละเล่มเลยก็ได้

2.5.7 ภาษาและคำศัพท์ที่ใช้ ควรให้ชัดเจนเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

2.5.8 ความยาวของแต่ละกรอบจะต้องเหมาะสม ไม่ยาวหรือสั้นเกินไปและต้องมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันไปตลอด นอกจากนั้นควรมีช่องว่างให้ผู้เรียนเติมคำหรือเลือกคำตอบเอาไว้ในกรอบที่ต้องการให้ผู้เรียนเติมคำหรือเลือกคำตอบเอาไว้ในกรอบที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบสนองด้วย ซึ่งจะต้องจบในตัวของมันเอง

2.6 นำออกทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข ควรทำ 3 ขั้นตอนด้วยกันคือ

2.6.1 ทดลองเป็นรายบุคคลและปรับปรุงแก้ไข (Individual Try Out and Revised)

2.6.2 ทดลองเป็นกลุ่มเล็กและปรับปรุงแก้ไข (Small Group Try Out and Revised) ผู้เรียนอาจมีกลุ่มละ 5 - 10 คน

2.6.3 ทดลองกับห้องเรียนจริงและปรับปรุงแก้ไข (Field Try Out and Revised)

ในการทดลองใช้บทเรียน โปรแกรมนั้น จะเริ่มต้นด้วยการแนะวิธีการและขั้นตอนในการเรียน ทดสอบก่อนเรียน ลงมือเรียน และทดสอบหลังเรียนเป็นขั้นสุดท้าย การทดลองแต่ละครั้งจะต้องจดบันทึกผลการทดลองเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขสำหรับจะนำไปทดลองในครั้งต่อไป เช่น อาจจะต้องปรับปรุงเนื้อหาเพิ่มหรือตัดบางกรอบออกบ้าง รวมทั้งการแก้ไขทางภาษาด้วย

3. ขั้นการนำไปใช้

หลังจากที่ได้ทดลองและปรับปรุงแก้ไขตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว ก็จะสามารถนำบทเรียนนั้นออกใช้กับผู้เรียนทั่วไป แต่จะต้องคอยฟังผลจากผู้เรียนอยู่เสมอ เพื่อนำข้อบกพร่องมาแก้ไขต่อไปให้บทเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

อำนาจ เศษชัยศรี (2544, หน้า 131-132) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบและผลิตบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม สามารถดำเนินการได้ตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร เพื่อต้องการทราบว่าต้องการสอนอะไร เนื้อหาควรมีขอบข่ายแค่ไหน ระดับใด ประเภทใด เวลาที่ใช้สอน คู่มือครู อาจจะมีการสัมภาษณ์จากผู้ซึ่งช่วยให้เกิดแนวคิดในการผลิตบทเรียนสำเร็จรูป

2. กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้น โดยพิจารณาว่าเนื้อหาที่จะนำมาผลิตเป็นบทเรียนสำเร็จรูปเป็นวิชาอะไร ใช้สอนระดับไหน มีสาระมากน้อยเพียงใด มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยหรือไม่ ถ้าล้าสมัยเกินไปก็ไม่คุ้มกับการลงทุนผลิต บทเรียนสำเร็จรูปเนื้อหานั้นเคยมีผู้ผลิตมาแล้วหรือไม่ เพราะไม่ควรผลิตขึ้นมาซ้ำซ้อน เมื่อผลิตเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแล้วจะช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนและลดภาระของครูผู้สอนหรือไม่ ถ้าไม่ช่วยลดอะไรเลยก็น่าจะใช้เทคนิคการสอนโดยวิธีปกติดีกว่า

3. กำหนดจุดประสงค์ เป็นการกำหนดให้ทราบว่าเมื่อเรียนจบแล้วผู้เรียนจะรู้อะไร มีความสามารถแค่ไหน

4. วางขอบเขตของงาน โดยวางเค้าโครงเรื่อง ลำดับเรื่องราวก่อน-หลัง และป้องกันการหลงลืมเรื่องราวบางตอน

5. วิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะเป็นการแตกเนื้อหาย่อยๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยาก โดยการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) เป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบหรือผลิตบทเรียนสำเร็จรูปว่าจะเริ่มขึ้นจากที่ใดและจะไปทางใดจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

6. สร้างแบบทดสอบ เป็นการออกแบบเนื้อหาที่จะใช้ทดสอบผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียนในบทเรียนนั้น แบบทดสอบนี้จะเป็เครื่องมือบอกให้เราทราบว่า เนื้อหาตอนใดมีประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งแบบทดสอบนี้ต้องวัดให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วางไว้ แบบทดสอบฉบับนี้จะต้องสร้างขึ้นตามหลักการสร้างแบบทดสอบ มีการหาค่าความเชื่อมั่น

7. เขียนบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม ผู้ออกแบบจะต้องทราบขั้นตอนการเขียนเป็นอย่างดี ก่อนจะเขียนต้องทำความเข้าใจกับขั้นตอนการเขียนนั้น โดยยึดโครงสร้างและขอบเขตงานเป็นพื้นฐาน

สุวิทย์ มูลคำและอรทัยมูลคำ (2545, หน้า 39) เพื่อให้สะดวกในการนำไปใช้จึงสรุปขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรมดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ขั้นตอนในการสร้างบทเรียนโปรแกรม

ขั้นตอน	วิธีการ
1. ขั้นเตรียมการ	1. วิเคราะห์หลักสูตร 2. กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้นเรียน 3. กำหนดวัตถุประสงค์ 4. วางขอบเขตงาน 5. วิเคราะห์เนื้อหา 6. สร้างแบบทดสอบ 7. เขียนบทเรียน 8. นำออกทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข
2. ขั้นการเรียนรู้	1. ทดสอบก่อนเรียน 2. แนะนำการใช้บทเรียน 3. ทำกิจกรรมตามบทเรียน
3. ขั้นสรุป	1. ทดสอบหลังเรียน 2. สรุปสาระสำคัญ 3. ตรวจสอบและประเมินผลงาน

2.8 บทบาทของครูในการใช้บทเรียนโปรแกรม

สไครเวน (Scriven) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการใช้บทเรียนโปรแกรมในการสอนเอาไว้ว่าดังนี้

1. คอยให้กำลังใจแก่ผู้เรียน ชี้ให้เห็นประโยชน์ที่จะได้รับและคอยหาข้อมูลเพิ่มเติมจากบทเรียนให้
2. ช่วยแก้ปัญหาในการเรียนรายบุคคล
3. ให้การตอบสนองต่อปัญหาในด้านอารมณ์ ปัญหาเกี่ยวกับการขาดเรียนของผู้เรียนและอื่น ๆ โดยให้การช่วยเหลือที่เหมาะสมและการควบคุมดูแลเป็นอย่างดี
4. ประเมินผลการแสดงออกของผู้เรียน โดยการพิจารณาทุกด้าน

2.9 ประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542, หน้า 56) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเองและดำเนินไปตามความสามารถของตน คล้ายกับ ผู้เรียน ได้เรียนกับครูแบบตัวต่อตัว
2. ช่วยให้ผู้ทำงานน้อยลง โดยเฉพาะเกี่ยวกับการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ครูจะได้มี เวลาในการเตรียมบทเรียนอื่นที่ยุ่งยากยิ่งขึ้นก้าวหน้าไปอีก
3. ผู้เรียนตอบผิดก็ไม่มีผู้เขินอาย เพราะไม่มีใครเห็น เมื่อผิดก็สามารถแก้ความเข้าใจ ผิดของตนได้ทันที
4. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. เป็นการแก้วิธีการศึกษาในปัจจุบันที่นิยมทำงานเป็นกลุ่มและสนใจเนื้อหาวิชาน้อย
6. แก้ปัญหาการขาดแคลนครู เพราะครูคนเดียวสามารถคุมนักเรียนให้เรียนบทเรียน โปรแกรมได้คราวละหลายสิบคน
7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือทบทวนได้ด้วยตนเอง
8. ผู้เรียนที่ขาดเรียนก็มีโอกาสช่วยตนเองให้ตามผู้อื่นทันได้
9. ครูมีโอกาสให้ความสนใจดูแลผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้มากขึ้น

2.10 ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

1. บทเรียนโปรแกรมเหมาะสำหรับเนื้อหาวิชาที่เป็นความจริงหรือความรู้พื้นฐาน มากกว่าเนื้อหาที่ต้องการความคิดเห็นและความคิดริเริ่มหรือมีความลึกซึ้งมาก ๆ
2. มีส่วนทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะผู้เรียนจะเขียนเฉพาะ คำตอบ

3. ผู้เรียนขาดการสังคมติดต่อซึ่งกันและกัน
4. ภาษาที่ใช้อาจเป็นปัญหาในบางท้องถิ่น
5. มีส่วนทำให้เด็กที่เรียนเก่งเบื่อหน่าย โดยเฉพาะบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น
6. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาเขียนให้ยากค่อนข้างยาก

กิดานันท์ มลิทอง (2540, หน้า 118) ได้กล่าวไว้เช่นกันว่าบทเรียนโปรแกรมข้อจำกัดอยู่ หลายประการดังนี้

1. การออกแบบบทเรียน ต้องมีการออกแบบบทเรียนที่ดี โดยผู้เชี่ยวชาญจึงจะทำให้ การสอนมีประสิทธิภาพสูงสุดได้
2. ความน่าเบื่อหน่าย การที่เรียนแบบเดียวซ้ำ ๆ กันอาจทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายในการ เรียนได้

3. ขาดปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การสอนแบบโปรแกรมเป็นการสอนรายบุคคล จึงทำให้ผู้เรียนแต่ละคนต้องหมกมุ่นกับการเรียนของตนเองและไม่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนคนอื่น ๆ ใน การเรียน การเรียนในลักษณะนี้จึงไม่เหมาะสำหรับเด็กเท่าใดนัก เพราะจะทำให้ขาดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมกับผู้อื่นและไม่ควรใช้การเรียนแบบนี้แต่เพียงอย่างเดียว

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2540, หน้า 68) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการค้นคว้า การอบรม การสั่งสอน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งความรู้สึกร ค่านิยม จริยธรรมต่างๆที่เป็นผลมาจากการฝึก

อารีย์ วชิรवारการ (2542, หน้า 143) ได้กล่าวถึงความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง ผลที่เกิดขึ้นจากการเรียน การสอน การฝึกฝนหรือ ประสบการณ์ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียนที่บ้านและสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ แต่คนส่วนมากเข้าใจว่า ผลสัมฤทธิ์เกิดขึ้นจากการสอนภายในโรงเรียนและมองในแง่ความรู้ความสามารถทางสมองเท่านั้น ในทางที่เป็นจริงแล้ว ความรู้สึก ค่านิยม จริยธรรมที่เป็นผลมาจากการฝึกและอบรมซึ่งก็นับว่าเป็นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วย

3.2 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ วิลสัน (Wilson, 1971, pp.645-696 อ้างถึงใน สุกถลักษณ์ สีใส, 2546, หน้า 66) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการคำนวณ (Computation) เป็นความสามารถในการระลึกได้ถึงสิ่งที่เรียนมาแล้ว การวิเคราะห์พฤติกรรม 3 ด้าน คือ

- 1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง
- 1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม
- 1.3 ความสามารถเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ

2. ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นความสามารถในการแปลความหมายและขยายความในปัญหาใหม่ ๆ โดยนำเอาความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์การแสดงพฤติกรรมมี 6 ขั้น คือ

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎและการสรุปอ้างอิง

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลส่วนประกอบของโจทย์ปัญหาจากรูปแบบหนึ่งไปยังอีกรูปแบบหนึ่ง

2.5 ความสามารถในการใช้หลักของเหตุและผล

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความ โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง สูตร ทฤษฎี ที่เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ การวัดพฤติกรรม มี 4 ขั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ

3.3 ความสามารถในการระลึกได้ซึ่งรูปแบบความสอดคล้อง และลักษณะสมมาตรของปัญหา

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการพิจารณาส่วนสำคัญหาความสัมพันธ์ของส่วนสำคัญ และหาหลักการที่ส่วนสำคัญเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กัน ซึ่งการที่บุคคลมีความสามารถดังกล่าวมาแล้วจะสามารถทำให้บุคคลนั้นสามารถแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยมาก่อนได้ พฤติกรรมนี้เป็นจุดมุ่งหมายสูงสุดของการเรียนคณิตศาสตร์ การวัดพฤติกรรมมี 5 ขั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์

4.3 ความสามารถในการแสดงการพิสูจน์

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์

4.5 ความสามารถในการกำหนดและหาความเที่ยงตรงในการสรุป

สรุปได้ว่า การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนในสิ่งที่นักเรียนทำไปแล้วว่า ได้บรรลุตามจุดประสงค์ของครูที่ตั้งไว้หรือไม่เพื่อจะได้มีการปรับปรุงในด้าน การเรียนการสอนของครูเพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนจนสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้จึงจะถือว่าประสบผลสำเร็จในการเรียน

3.3 ความหมายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไว้ดังนี้

เขาวดี วิบูลย์ศรี (2540 อ้างถึงใน พิชิต ฤทธิ์จรูญ 2552, หน้า 96) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีตหรือในสภาพปัจจุบันของแต่ละคน

บุญชม ศรีสะอาด (2543, หน้า 26) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในวิชาต่าง ๆ ในโรงเรียนหรือสถาบันการศึกษา แบบทดสอบที่จะสร้างหรือพัฒนา อาจมุ่งใช้กับประชากรเป้าหมายที่อยู่ในระดับการศึกษา ระดับชั้นวิชาและสถานที่ต่าง ๆ กัน

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2543, หน้า 96) ได้กล่าวว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ที่ใช้วัดความรู้ทักษะและสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากประสบการณ์ทั้งปวง

สมบุรณ์ คันยะ (2545, หน้า 143) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง แบบทดสอบที่ใช้สำหรับวัดพฤติกรรมทางสมองของผู้เรียนว่ามีความรู้ความสามารถในเรื่องที่เรียนรู้อยู่แล้ว หรือได้รับการฝึกฝนอบรมมาแล้วมากน้อยเพียงใด

ธงชัย ช่อพฤชา (2548, หน้า 300) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบวัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการ ซึ่งเป็นพฤติกรรมมาจากผลการเรียนรู้ที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคาดหวังจะเกิดขึ้นจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนว่าบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2549, หน้า 63) ได้ให้ความหมายไว้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพสมองด้านต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่ามีอยู่เท่าใด

สามารถสรุปได้ว่าแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียนได้ผ่านการเรียนรู้อยู่แล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่เพียงใด

3.4 ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นักการศึกษาได้แบ่งรูปแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

สมบุรณ์ คันยะ (2550, หน้า 148 -149) ได้แบ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามหน้าที่หรือการนำไปใช้วัดเป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละสาขาวิชา หรือโดยครูผู้สอนวิชานั้นๆ และผ่านการทดลองใช้วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุงแก้ไขหลายครั้ง จนกระทั่งมีคุณภาพดีพอจึงสร้างเกณฑ์ปกติ (Normal) เพื่อใช้เป็นหลักในการเปรียบเทียบ การที่จะเรียกว่าเป็นแบบทดสอบมาตรฐานได้นั้น ต้องมีลักษณะสำคัญ 3 ประการคือ มีมาตรฐานในการสร้างแบบทดสอบ มีมาตรฐานในวิธีดำเนินการสอบและมีมาตรฐานในการแปลความหมายของคะแนน

2. แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher - Made) เป็นแบบทดสอบที่ครูผู้สอนเป็นผู้สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนของครู ซึ่งอาจจะเป็นแบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลย่อย หรือประเมินผลรวมก็ได้ แบบทดสอบเหล่านี้ครูผู้สอนออกข้อสอบอาจมีการนำไปทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพและปรับปรุงแก้ไขหรือไม่ก็ได้แล้วแต่ครูผู้สอน

3.5 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545, หน้า 96) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ 8 ขั้นตอนดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้
3. กำหนดชนิดข้อสอบและศึกษาวิธีการสร้าง
4. เขียนข้อสอบ
5. ตรวจสอบข้อสอบ
6. การจัดพิมพ์ข้อสอบฉบับทดลอง
7. การทดลองและวิเคราะห์ข้อสอบ
8. การจัดแบบทดสอบฉบับจริง

4. ค่าดัชนีประสิทธิผล

ดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: *E.I.*) หมายถึงค่าที่แสดงการเรียนรู้ที่ก้าวหน้าขึ้นจากพื้นฐานความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว หลังจากที่ได้เรียนจากสื่อ นวัตกรรมหรือแผนการเรียนรู้นั้น ๆ (ภาควิชาวิจัยและพัฒนาการศึกษา, 2549, หน้า 102)

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (*E.I.*) มีสูตรดังนี้ (เพชฌุ กิจระการ, 2545, หน้า 30-36)

$$E.I. = \frac{\text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักเรียน} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมคะแนนก่อนเรียนทุกคน}}$$

การหาค่าดัชนีประสิทธิผล (*E.I.*) เป็นการพิจารณาพัฒนาการในลักษณะที่ว่าเพิ่มขึ้นเท่าไร ไม่ได้ทดสอบว่าเพิ่มขึ้นอย่างเชื่อถือได้หรือไม่ มีข้อสังเกตบางประการเกี่ยวกับค่าดัชนีประสิทธิผล ดังนี้

ค่าดัชนีประสิทธิผล เป็นเรื่องของอัตราส่วนของผลต่างจะมีค่าสูงสุดเป็น 1.00 ส่วนค่าต่ำสุดไม่สามารถกำหนดได้เพราะมีค่าต่ำกว่า -1.00 ก็ได้ และถ้าค่าเป็นลบแสดงว่าคะแนนผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียน ซึ่งมีความหมายว่า ระบบการเรียนการสอนหรือสื่อที่ใช้ไม่มีคุณภาพ

1. ถ้าผลสอบก่อนเรียนของนักเรียนทุกคนได้คะแนนรวมเท่าไรก็ได้ (ยกเว้นได้คะแนนเต็มทุกคน) และถ้าผลสอบหลังเรียนของนักเรียนทุกคนทำถูกหมดทุกข้อ (ได้คะแนนเต็มทุกคน) ค่าของ *E.I.* จะเป็น 1.00

2. ถ้าผลสอบก่อนเรียนมากกว่าหลังเรียนค่า *E.I.* จะเป็นลบซึ่งต่ำกว่า -1.00 ก็ได้

3. การแปลความหมายของค่า *E.I.* ไม่น่าจะแปลความหมายเฉพาะค่าที่คำนวณได้นักเรียนมีพัฒนาการขึ้นเท่าใด คิดเป็นร้อยละเท่าไร แต่ควรจะดูข้อมูลเดิมประกอบด้วยว่าหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนเพิ่มขึ้นเท่าไร ในบางครั้งคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็นเพราะว่ากลุ่มนั้นมีความรู้เดิมในเรื่องนั้นมากอยู่แล้ว ซึ่งไม่ใช่เรื่องเสียหาย

สรุปได้ว่าค่า *E.I.* ที่เกิดขึ้นแต่ละกลุ่มไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ เพราะไม่ได้เริ่มเรียนจากฐานความรู้ที่เท่ากันค่า *E.I.* ของแต่ละกลุ่มก็อธิบายเฉพาะกลุ่มเท่านั้น

5. เจตคติ

5.1 ความหมายของเจตคติ

เจตคติมาจากคำว่า Attitude ในภาษาอังกฤษเป็นคำที่มีความหมายกว้างและได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายเจตคติไว้ ซึ่งได้รวบรวมไว้ดังนี้

ถ้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2543, หน้า 54) ให้ความหมายเจตคติว่า หมายถึงความรู้สึกเชื่อศรัทธาคือสิ่งหนึ่งสิ่งใด จนเกิดความพร้อมที่จะแสดงการกระทำออกมา ซึ่งอาจจะเป็นไปในทางดีหรือไม่ดีก็ได้

พร้อมพรรณ อุคมสิน (2544, หน้า 84) ให้ความหมายเจตคติว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ภายหลังจากมีประสบการณ์ในสิ่งนั้น และเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรมที่จะสนองต่อสิ่งเร้านั้นไปทางใดทางหนึ่งในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง

จุฑารัตน์ เอื้ออำนวย (2549, หน้า 169) ได้ให้ความหมายเจตคติไว้ว่า เจตคติ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด ความเชื่อของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยการตอบสนองและแสดงออกในลักษณะชอบหรือไม่ชอบ

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า เจตคติหมายถึง ความรู้สึก ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หลังจากมีประสบการณ์ในสิ่งนั้น ซึ่งทำให้บุคคลแสดงออกในลักษณะในทางที่ดีและไม่ดี

5.2 การวัดเจตคติ

ภัทรพร เกษสังข์ (2551) กล่าวว่า การวัดเจตคติอาจทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การออกแบบสัมภาษณ์ (Survey Interview) โดยอาจจะเป็นคำถามประเภทให้เลือกตอบ โดยกำหนดคำตอบไว้แล้ว เช่น ใช่ ไม่ใช่ ไม่แน่ใจ หรืออาจใช้คำถามประเภทปลายเปิด เปิดโอกาสให้ผู้ตอบ ตอบได้อย่างอิสระ
2. การแบ่งช่วงสเกล (Scaling Technique) หรือการใช้ช่วงการแบ่งการวัดออกตามความคิดเห็นเป็น 5 ช่วง ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
3. วิธีพิเศษ (Special Technique) ในการวัดเจตคติผู้ตอบอาจตอบไม่ตรงกับความจริง ทั้งนี้เพราะค่านิยม ประเพณี และวัฒนธรรมท้องถิ่น ดังนั้น เราควรใช้วิธีทางอ้อม เพื่อใช้วัดโดยไม่ให้ผู้ตอบทราบว่ากำลังทดสอบอะไรอยู่โดยอาจใช้วิธีการให้บรรยายความรู้และประสบการณ์ จากรูปที่นำมาให้ดู

5.3 เครื่องมือที่ใช้วัดเจตคติ

เนื่องจากเจตคติเป็นนามธรรม เป็นความรู้สึกนึกคิดที่แฝงเร้นอยู่ภายใน และสัมพันธ์กับพฤติกรรมภายนอกของบุคคล การวัดเจตคติจึงต้องใช้วิธีการต่าง ๆ หลายวิธีที่สอดคล้องเหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ วิธีที่ใช้ทั่วไปมี 5 วิธี ดังนี้ ภัทรพร เกษสังข์ (2551)

1. การสัมภาษณ์ ซึ่งหมายถึงการพูดคุยอย่างมีจุดหมาย โดยเตรียมข้อรายการที่จะถามให้พร้อมและเน้นความรู้สึกที่สามารถวัดเจตคติให้ตรงเป้าหมาย
2. การสังเกต คือการเฝ้ามองดูสิ่งที่จะวัดเจตคติอย่างมีจุดหมาย ต้องใช้ความอดทนในการสังเกต และใช้ระยะเวลาพอสมควร ผู้สังเกตต้องได้รับการฝึกฝนและควรเป็นคนที่มีการรับรู้ไว ประสาทตาหุติ

3. การรายงานตนเอง วิธีนี้ให้ผู้ถูกวัดเจตคติแสดงความรู้สึกออกมาโดยใช้ข้อความ เป็นสิ่งเร้า ซึ่งได้แก่ แบบทดสอบหรือแบบสอบถามของ เทอร์สโตน (Thurstone) กัตแมน (Guttman) ลิเคิร์ต (Likert) และออสกู๊ด (Osgood)

4. เทคนิคจินตนาการ (Projective Technique) วิธีนี้ใช้สถานการณ์ไปเร้าผู้สอบ เช่น ใ้ภาพ เรื่องราว ประโยคที่ไม่สมบูรณ์ ให้ผู้สอบจินตนาการ แล้วผู้วัดนำมาตีความหมายเป็นเจตคติต่อสิ่งเร้านั้น

5. การวัดทางสรีระ วิธีนี้อาศัยเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ช่วย เพื่อบอกความรู้สึก เช่น เครื่องจับเหงื่อ เครื่องนับจำนวน

5.4 เจตคติต่อการเรียนรู้

การวัดเจตคติ เป็นการวัดคุณลักษณะภายในบุคคล ซึ่งเกี่ยวข้องกับอารมณ์และความรู้สึก หรือเป็นลักษณะของจิตใจ คุณลักษณะดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ไม่แน่นอน แต่อย่างไรก็ตาม เจตคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ก็สามารถวัดได้ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2531, หน้า 23) ได้เสนอหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดเจตคติที่จะต้องทำความเข้าใจ 3 ประการ ดังนี้

1. เนื้อหา (Content) การวัดเจตคติต้องมีสิ่งเร้าไปกระตุ้นให้แสดงกิริยาท่าทีออกมาเร้า โดยทั่วไปได้แก่ เนื้อหาที่ต้องการวัด

2. ทิศทาง (Direction) การวัดเจตคติโดยทั่วไปกำหนดให้เจตคติดีทิศทางเป็นเส้นตรง และต่อเนื่องกันในลักษณะซ้าย-ขวา หรือบวกกับลบ กล่าวคือเริ่มจากเห็นด้วยอย่างยิ่ง และลด ความเห็นลงเรื่อย ๆ จนถึงมีความรู้สึกเฉย ๆ และลดต่อไปเป็นไม่เห็นด้วย จนไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ลักษณะการเห็นด้วยและไม่เห็นด้วยอยู่เป็นเส้นตรงเดียวกันและต่อเนื่องกัน

3. ความเข้ม (Intensity) กิริยาท่าทีหรือความรู้สึก ที่แสดงออกต่อสิ่งเร้านั้นมีปริมาณ มากน้อยแตกต่างกัน ถ้ามีความเข้มข้นสูงไม่ว่าจะไปในทิศทางใดก็ตามจะมีความรู้สึกหรือกิริยาท่าที รุนแรงมากกว่าที่มีความเข้มข้นเป็นกลาง

นอกจากนี้ ไพรศาล หวังพานิช (2533, หน้า 221-223) ได้กล่าวถึงหลักสำคัญเกี่ยวกับการ วัดเจตคติที่ดี ดังต่อไปนี้

1. ต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้น (Basic Assumption) เกี่ยวกับการวัด คือ

1.1 ความคิดเห็น ความรู้สึก หรือเจตคติของบุคคลนั้น จะมีลักษณะคงที่หรือคงเส้น คงวาอยู่ช่วงเวลาหนึ่ง นั่นคือความรู้สึกนึกคิดของคนเราไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือผันแปรอยู่ตลอดเวลา อย่างน้อยจะต้องมีช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่ความรู้สึกของคนเรานั้นคงที่ ซึ่งทำให้สามารถวัดได้

1.2 เจตคติของบุคคลไม่สามารถวัดหรือสังเกตได้โดยตรง การวัดจะเป็นแบบ ทางอ้อมโดยวัดจากแนวโน้มที่บุคคลจะแสดงออกหรือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ

1.3 เจตคตินอกจากจะแสดงออกในรูปทิศทางของความรู้สึก เช่น สนับสนุนหรือคัดค้าน ยังมีขนาดหรือปริมาณของความคิด ความรู้สึกด้วย ดังนั้นการวัดเจตคตินอกจากจะทำให้ทราบลักษณะหรือทิศทางแล้ว ยังสามารถบอกระดับความมากน้อยหรือความเข้มแข็งของเจตคติได้อีกด้วย

2. การวัดเจตคติด้วยวิธีใดก็ตาม จะต้องมีสิ่งประกอบ 3 อย่าง คือ ตัวบุคคลที่ถูกวัด มีสิ่งเร้า และสุดท้ายก็จะต้องมีการตอบสนอง ดังนั้นในการวัดเจตคติเกี่ยวกับสิ่งใดของบุคคล ก็สามารวัดได้โดยนำสิ่งเร้าซึ่งส่วนใหญ่เป็นข้อความเกี่ยวกับรายละเอียดในสิ่งนั้นไปเร้าให้บุคคลแสดงท่าทีความรู้สึกต่าง ๆ ที่มีต่อสิ่งนั้น ให้ออกมาเป็นระดับ หรือความเข้มแข็งของความรู้สึกโดยถามหรือคัดค้าน

3. สิ่งเร้าที่จะนำไปใช้เร้า หรือทำให้บุคคลแสดงเจตคติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งออกมา ที่นิยมใช้คือ ข้อความวัดเจตคติ (Attitude Statements) ซึ่งเป็นสิ่งเร้าทางภาษาที่ใช้อธิบายถึงคุณค่าคุณลักษณะของสิ่งนั้น เพื่อให้บุคคลตอบสนองออกมาเป็นระดับความรู้สึก (Attitude Continued) เช่น มากกว่า ปานกลาง น้อย เป็นต้น

4. การวัดเจตคติเพื่อทราบทิศทางและระดับความรู้สึกของบุคคลนั้น เป็นการสรุปผลจากการตอบสนองของบุคคลจากรายละเอียดหรือแง่มุมต่าง ๆ ดังนั้นการวัดเจตคติของบุคคลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องใด สิ่งใด จะต้องพยายามหาคุณค่าและลักษณะในแต่ละด้านของเรื่องนั้นออกมา แล้วนำผลซึ่งเป็นส่วนประกอบหรือรายละเอียดปลีกย่อยมาผสมผสานสรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น เพราะฉะนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่การวัดนั้น ๆ จะต้องครอบคลุมลักษณะต่าง ๆ ครบถ้วนทุกลักษณะ เพื่อให้การสรุปผลตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด

5. การวัดเจตคติต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรง (Validity) ของผลการวัดเป็นพิเศษ กล่าวคือต้องพยายามให้ผลการวัดที่ได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของบุคคล ทั้งในแง่ทิศทางและระดับหรือช่วงของเจตคติ

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า หลักการวัดเจตคติ จะต้องยอมรับข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการวัดและคำนึงถึงความเที่ยงตรงเป็นหลัก การวัดเจตคติสามารถวัดได้โดยการนำสิ่งเร้าซึ่งส่วนใหญ่นิยมใช้เป็นข้อความวัดเจตคติ ไปเร้าบุคคลใดเพื่อให้นักนั้นแสดงออกซึ่งความรู้สึกที่มีต่อสิ่งนั้นให้ออกมาเป็นระดับ โดยข้อความวัดเจตคตินั้นต้องพยายามถามคุณค่าและลักษณะในแต่ละด้านของเรื่องนั้นออกมา แล้วนำผลหรือรายละเอียดมาสรุปรวมเป็นเจตคติของบุคคลนั้น

5.5 มาตรการวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert's Scale)

มาตรการวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ท กำหนดช่วงความรู้สึกของคนเป็น 5 ช่วงหรือ 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉลย ๆ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ข้อความที่บรรจุ

ในมาตราวัดประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ทั้งในทางที่ดี (ทางบวก) และในทางที่ไม่ดี (ทางลบ) และมีจำนวนพอ ๆ กัน ข้อความเหล่านี้อาจมีประมาณ 18 – 20 ข้อความ การกำหนดน้ำหนักคะแนนการตอบแต่ละตัวเลือก กระทำภายหลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูลมาแล้ว โดยกำหนดตามวิธี Arbitrary Weighting Method ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุด (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2538, หน้า 107 - 108)

การสร้างมาตราวัดเจตคติตามวิธีของลิเคิร์ต มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมายของการศึกษาว่าต้องการศึกษาเจตคติของใครที่มีต่อสิ่งใด
2. ให้ความหมายของเจตคติต่อสิ่งที่ศึกษานั้นให้แจ่มชัด เพื่อให้ทราบว่าเป็น Psychological Object นั้น ประกอบด้วยคุณลักษณะใดบ้าง
3. สร้างข้อความให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญ ๆ ของสิ่งที่จะศึกษาให้ครบถ้วนทุกแง่มุมและต้องมีข้อความที่เป็นในทางบวกและทางลบมากพอต่อการที่เมื่อนำไปวิเคราะห์แล้วเหลือเป็นจำนวนข้อความที่ต้องการ
4. ตรวจสอบข้อความที่สร้างขึ้น ซึ่งทำได้โดยผู้สร้างข้อความเอง และนำไปให้ผู้มีความรู้เรื่องนั้น ๆ ตรวจสอบ โดยพิจารณาในเรื่องของความครบถ้วนของคุณลักษณะของสิ่งที่ศึกษา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ ตลอดจนลักษณะการตอบกับข้อความที่สร้างว่าสอดคล้องกันหรือไม่เพียงใด เช่น พิจารณาว่าควรจะให้ตอบว่า “เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย เฉย ๆ ไม่เห็นด้วย ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง” หรือ “ชอบมากที่สุด ชอบมาก ปานกลาง ชอบน้อย ชอบน้อยที่สุด” เป็นต้น
5. ทำการทดลองขั้นต้นก่อนที่จะนำไปใช้จริง โดยการนำข้อความที่ได้ตรวจสอบแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวนหนึ่ง เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของข้อความและภาษาที่ใช้อีกครั้งหนึ่งและเพื่อตรวจสอบคุณภาพด้านอื่น ๆ ได้แก่ ความเที่ยงตรง ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของมาตราวัดเจตคติทั้งหมดด้วย
6. กำหนดการให้คะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก โดยทั่วไปที่นิยมใช้ คือ กำหนดคะแนนเป็น 5 4 3 2 1 (หรือ 4 3 2 1 0) สำหรับข้อความทางบวก และ 1 2 3 4 5 (หรือ 0 1 2 3 4) สำหรับข้อความทางลบ ซึ่งการกำหนดแบบนี้เรียกว่า Arbitrary Weighting Method ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกมากในทางปฏิบัติ

จากข้อความข้างต้น สรุปได้ว่า มาตราวัดเจตคติของลิเคิร์ต กำหนดช่วงความรู้สึกออกเป็น 5 ระดับ ภายใน ประกอบด้วยข้อความที่แสดงความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ทั้งทางบวกและทางลบ ซึ่งมีจำนวนพอกัน แล้วมีการกำหนดน้ำหนักคะแนนการตอบของแต่ละตัวเลือก และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้มาตราวัดเจตคติและดำเนินการสร้างตามวิธีของลิเคิร์ตข้างต้นนี้

5.6 เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึงควบคู่ไปกับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา คือ เจตคติของของนักเรียนที่มีในวิชาคณิตศาสตร์ ดังนั้น สิ่งสำคัญยิ่งที่ครูคณิตศาสตร์ควรสร้างขึ้นตามแนวคิดของวิลสัน Wilson (1971, pp. 685 – 689) คือ

1. เจตคติ เป็นความคิดเห็นหรือความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ทั้งทางด้านดีและไม่ดี เกี่ยวกับประโยชน์ ความสำคัญและเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสนใจ เป็นการแสดงออกซึ่งความรู้สึกชอบพอสึงหนึ่งสิ่งใดมากกว่าสิ่งอื่น
3. แรงจูงใจ เป็นความปรารถนาที่จะทำสิ่งหนึ่งสิ่งใดให้ลุล่วงไปโดยพยายามเอาชนะอุปสรรคต่าง ๆ และพยายามทำให้ดี บุคคลที่มีแรงจูงใจจะสบายใจเมื่อคนทำสิ่งนั้นสำเร็จ และจะมีความวิตกกังวลหากประสบความล้มเหลว
4. ความวิตกกังวล เป็นสภาวะจิตที่มีความวิตกกังวล หวาดระแวง กลัว ทั้งหาสาเหตุได้และไม่ได้ และมักจะเกี่ยวข้องกับความต้องการที่เกี่ยวข้องกันหลายประการ พฤติกรรมที่แสดงถึงความวิตกกังวล เช่น ความตื่นเต้น ความหวาดกลัว ความตึงเครียด ความมีอารมณ์อ่อนไหว ความเหนียวอาย และความรู้สึกขัดแย้งสับสน
5. มโนภาพแห่งตน เป็นความรู้สึกเกี่ยวกับตนเองในด้านค่านิยมทางวิชาการ ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล การปรับตัวทางอารมณ์

เจตคติต่อคณิตศาสตร์ เป็นความรู้สึกของบุคคลที่จะตอบสนองต่อวิชาคณิตศาสตร์ในด้านความพอใจหรือไม่พอใจ ความชอบหรือไม่ชอบ รวมทั้งการตระหนักในคุณค่าของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงเจตคติต่อคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546, หน้า 168 – 169)

1. ความสอดคล้อง ภาวะที่กลมกลืนสอดคล้องกัน ไม่มีความกดดันด้านใดด้านหนึ่งจะทำให้เจตคติในสิ่งนั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าไม่มีความสอดคล้องกันหรือมีแรงกดดัน ผู้เรียนอาจปรับเปลี่ยนหลักหนีจากสิ่งนั้นหรืออาจหาเหตุผลมาสนับสนุนความรู้สึกของตนเองได้
2. การเสริมแรง การเสริมแรงและการยกย่องชมเชยในรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ จะทำให้ผู้เรียนยอมรับข้อมูลข่าวสาร ซึ่งอาจทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามสิ่งที่พอใจ
3. การตัดสินใจทางสังคม การอยู่ในกลุ่มคนที่มีความเจตคติแบบใดแบบหนึ่งจะทำให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนเจตคติตามกลุ่มที่ตนสัมพันธ์อยู่ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เป็นความคิดเห็น หรือความรู้สึกที่แสดงออกมาทางวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งทางบวก เช่น ความสนใจ ความพยายาม มีแรงจูงใจ เป็นต้น ส่วนทางลบ ได้แก่ การวิตกกังวล เครียด สับสนและขัดแย้ง เป็นต้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อม การเสริมแรงและการตัดสินใจทางสังคม ซึ่งผู้สอนจะต้องตระหนักและให้ความสำคัญ

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยในประเทศ

ศิริพร สายนุ้ย (2540, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดกรุนอก จังหวัดสมุทรปราการ ผลการวิจัยพบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 94.80/90.37 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีสอนปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียน โปรแกรมเป็นสื่อ

จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง (2541, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียน โปรแกรมเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมเพื่อการสอนซ่อมเสริมเรื่องจำนวนจริง ทั้ง 12 ชุด มีประสิทธิภาพโดยรวมเฉลี่ย 80/81 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คนหลังจากทดสอบโดยใช้ แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียน เรื่อง จำนวนจริง พบว่านักเรียนบกพร่องเกือบทุก จุดประสงค์ ผู้วิจัยจึงให้กลุ่มตัวอย่างซ่อมเสริม ด้วยบทเรียน โปรแกรมทั้ง 12 ชุด ด้วยตนเองผล ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.1 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนแบบอิงเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 60/60 พบว่าได้คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มจำนวน ร้อยละ 37.5 ของนักเรียนทั้งหมด

พัฒนพงศ์ ศรีวะรม (2542, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 88.54/88.73 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.55 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มทดลองต่างจาก กลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แสงเดือน กำมุงคุณ (2542, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน ระหว่างการใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอน ปกติ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 88.54/88.73 และมี

ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.55 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง เศษส่วน ระหว่างการใช้ใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ 0.05

อุษณีย์ เลื่อนลอย (2543, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 40 คน โรงเรียนเทศบาล วัดเทศบาลโชติมาตราม อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชา คณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85/82.50 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ตามกำหนดที่ตั้งไว้

ลักขณา ถึงคำภู (2544, บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียน โปรแกรมแบบเลือกและแบบเติม คำ เรื่อง สมการและอสมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมแบบเลือกตอบมีประสิทธิภาพ 83.60/82.50 และบทเรียน โปรแกรมแบบเติมคำ 82.75/81.25 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และค่าเฉลี่ยแบบประเมินผลผู้ทรงคุณวุฒิ ด้าน เนื้อหาและด้านสื่อเท่ากับ 4.46 และ 4.48 ตามลำดับ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบเลือกตอบและแบบเติมคำแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

สุธีรา สมานหัตถ์ (2544, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียน โปรแกรมแบบภาพกระดาน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาการหาร สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 60 คน โรงเรียนเกษตรชุมชนลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมวิชา คณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.03/81.33 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและ หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.1

วันชัย รัตนแสง (2545, บทคัดย่อ) ได้ผลิตบทเรียน โปรแกรมคำ เรื่อง การบวกลบคูณ ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนชุมชนวัดเขาสวนกวาง อำเภอเขาสวน กวาง จังหวัดขอนแก่น ปีการศึกษา 2545 จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรม เรื่อง การบวกลบคูณทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 96.60/85.22 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

เด่นศักดิ์ คุณถิ่นนท (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน อนุบาลลุมพุก (วันครู 2503) อำเภอคำชะโนด จังหวัดยโสธร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545 จำนวน 66 คน โดยใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุกัญญา สีใส (2546, บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 โรงเรียนโพธิ

สัมพันธ์พิทยาคาร อำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.43/86 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ตามกำหนดที่ตั้งไว้

ศุภชัย ศรีมันตะ (2546, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับเลขคณิต โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมนักเรียน กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. คะแนนเฉลี่ยของความคงทนในการเรียนรู้กับคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน มีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิต โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรม

6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Grestinger (1968, อ้างถึงใน สุกัลยณัฏ์ สีไส, 2546, หน้า 66) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเลขเศษส่วนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ ผลปรากฏว่า ผลการเรียนจากวิธีการสอนทั้งสองแบบแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมประหยัดกว่ามาก

While (1970, อ้างถึงใน สุกัลยณัฏ์ สีไส, 2546, หน้า 66) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์กับนักศึกษาที่มีพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์อ่อนมาตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษา โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับวิชาสอนตามปกติของครูในกลุ่มตัวอย่าง ผลปรากฏว่า กลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากการสอนปกติของครูอย่างมีนัยสำคัญ

Beattie (1970, อ้างถึงใน อุษณีย์ เลื่อนลอย, 2543, หน้า 68) ได้เปรียบเทียบการสอนด้วยบทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติในวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับฝึกหัดครู ผลการวิจัยพบว่า การสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมได้ผลดีกว่าการสอนแบบธรรมดา กล่าวคือนอกจากมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าแล้วยังช่วยสร้างทัศนคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

Robertson (1976, อ้างถึงใน อุษณีย์ เลื่อนลอย, 2543, หน้า 68) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนโปรแกรมเป็นรายบุคคล กลุ่มควบคุมได้รับ

การสอนโดยใช้คำบรรยาย ใช้เวลาในการทดลอง 4 เดือน ผลปรากฏว่า คะแนนของกลุ่มที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากคำบรรยายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Dean (1981, อ้างถึงใน เค่นศักดิ์ ตูตถินนท์, 2546, หน้า 27) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนที่เรียนจากคำบรรยายที่มีเครื่องชี้แนะกับบทเรียนโปรแกรม โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม เรียนจากบทเรียนโปรแกรม เรียนจากคำบรรยายที่มีเครื่องชี้แนะ และเรียนจากการบรรยายตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมแตกต่างกับการเรียนจากคำบรรยายที่มีเครื่องชี้แนะเล็กน้อยและกลุ่มที่เรียนจากบทเรียนโปรแกรมกับการเรียนจากคำบรรยายที่มีเครื่องชี้แนะต่างมีประสิทธิภาพสูงกว่าเรียนจากการบรรยายตามปกติ

Shine (1983, อ้างถึงใน เค่นศักดิ์ ตูตถินนท์, 2546, หน้า 27) ได้ศึกษาเปรียบเทียบการใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสาธิตประกอบการบรรยายวิชาคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมแตกต่างกับการสาธิตประกอบการบรรยายวิชาคณิตศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Alharthi (1991, อ้างถึงใน สุภลักษณ์ สีใส, 2546, หน้า 66) ได้ศึกษาผลการจากใช้บทเรียนโปรแกรมวิชาภูมิศาสตร์ กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำในโรงเรียนระดับปานกลาง ประเทศซาอุดีอาระเบีย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เรียนด้วยตนเอง นักเรียนเรียนบทเรียนโปรแกรม โดยมีครูคอยช่วยเหลือ นักเรียนที่เรียนบทเรียนโปรแกรมก่อนการสอนปกติ นักเรียนที่เรียนบทเรียนโปรแกรมหลังการสอนปกติสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนปกติ นอกจากนั้นยังพบว่า บทเรียนโปรแกรมมีส่วนช่วยให้นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำเรียน ได้ดีขึ้น และมีทัศนคติที่ดีต่อบทเรียน โปรแกรมมากยิ่งขึ้น

จากผลการวิจัยเกี่ยวกับการสอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมในวิชาคณิตศาสตร์ในประเทศไทยและต่างประเทศ พอจะสรุปได้ว่า ส่วนใหญ่การสอนโดยใช้บทเรียน โปรแกรมช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการสอนปกติแล้ว นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ นั้นแสดงว่าบทเรียน โปรแกรมเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ดีเหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้