

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดเนื้อหา ดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1.1 ธรรมชาติและความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

1.2 ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

1.3 ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์

2. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในส่วนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3. บทเรียนโปรแกรม

3.1 ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

3.2 ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของบทเรียนโปรแกรม

3.3 ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

3.4 ลักษณะของบทเรียนโปรแกรม

3.5 การสร้างบทเรียนโปรแกรม

3.6 ประโยชน์และข้อดีของบทเรียนโปรแกรม

3.7 ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม

4.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม

4.2 บทบาทของครูในการใช้บทเรียนโปรแกรม

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

6. เจตคติที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม

7.1 งานวิจัยภายในประเทศ

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ธรรมชาติและสำคัญของคณิตศาสตร์

ธรรมชาติของคณิตศาสตร์

จุลพงษ์ พันธินากุล (2542, หน้า 4) ได้กล่าวถึงลักษณะธรรมชาติของคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง และ โครงสร้างของคณิตศาสตร์นั้นมาจากธรรมชาติ มนุษย์ได้สังเกตความเป็นไปของธรรมชาติ แล้วสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยเริ่มจากจุดไปสู่เส้นตรง และระนาบ เป็นต้น

2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่งเพื่อสื่อความหมาย ซึ่งกำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ เช่น ตัวเลข ตัวอักษร เป็นต้น

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (Concept) ซึ่งสื่อความคิดต่างๆ ได้มาจากการสรุปความคิดที่เหมือน ๆ กัน อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ เช่น ของหมู ถ้าสมาชิกแต่ละตัวจับคู่แบบหนึ่งต่อหนึ่งได้หมดพอดี แสดงว่าของหมู่นั้นมีจำนวนเท่ากัน

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผล ทุกขั้นตอนของเนื้อหาจะเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่งซึ่งหมายถึง นอกจากจะคิดแล้วจำเป็นต้องสร้างจินตนาการ มีความช่างสังเกต มีความละเอียดรอบคอบ รู้จักเลือกนิยามข้อตกลงเบื้องต้นที่ดีและได้สัดส่วนกัน ต้องใช้ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เหมือนกับศิลปกรรมอื่น ๆ

ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร (2547, หน้า 2) ได้กล่าวถึงธรรมชาติของคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อชีวิตมนุษย์เป็นอันมาก จนอาจกล่าวได้ว่ามนุษย์เติบโตมาพร้อม ๆ กับการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทั้งที่เป็นการเรียนรู้โดยธรรมชาติที่แวดล้อมตัวเราและการเรียนรู้ในชั้นเรียน คนส่วนใหญ่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยมักจะเข้าใจว่า คณิตศาสตร์เป็นเรื่องของตัวเลขและการคำนวณ ซึ่งเป็นการให้ความหมายของคณิตศาสตร์อย่างแคบ ๆ ที่แท้จริงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือศึกษาหาความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ ที่ใช้ในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องคำนวณและเครื่องคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม ในวงการศึกษปัจจุบันได้ยอมรับบทบาทของคณิตศาสตร์มากขึ้น และคณิตศาสตร์เป็นที่รู้จักในความหมายกว้างขวางขึ้น ซึ่งนักการศึกษาทางคณิตศาสตร์ได้สรุปประเด็นสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดที่เกิดจากการสรุปความคิดที่เหมือน ๆ กัน อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับปริมาณ จำนวน การเท่ากัน การเท่ากันทุกประการ เป็นต้น

2. คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นภาษาสากล คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดของมนุษย์ และมนุษย์ก็สร้างสัญลักษณ์แทนความคิดนั้น แล้วสร้างกฎในการนำสัญลักษณ์นั้นมาใช้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกัน คณิตศาสตร์จึงมีภาษาเฉพาะของตัวเอง เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุม และสื่อความหมายที่ถูกต้อง เป็นภาษาที่ทุกชาติทุกภาษาที่เรียนคณิตศาสตร์เข้าใจตรงกัน

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน เป็นวิชาที่มีโครงสร้างหรือแบบแผน การสรุปผลในแต่ละขั้นตอนจะต้องมีเหตุผลอ้างอิงอย่างสมเหตุสมผล ด้วยความสมเหตุสมผลทางคณิตศาสตร์ มนุษย์สามารถใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาความรู้ใหม่ ๆ และคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ ได้มากมาย

4. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับศิลปะอื่น ๆ ความงามของคณิตศาสตร์อยู่ที่ความเป็นระเบียบและความกลมกลืนกันของความคิดตลอดจนความละเอียดถี่ถ้วนรอบคอบซึ่งแสดงออกให้เห็นได้จากการกำหนดโครงสร้างของคณิตศาสตร์ อันประกอบด้วยคำนิยาม (Defined Term) บทนิยาม (Definition) สัจพจน์ (Axiom) และทฤษฎีบท (Theorem)

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

จุลพงษ์ พันอินากุล (2542, หน้า 4) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ ดังนี้ คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ เพราะมีความสัมพันธ์กับมนุษย์ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของเวลา การใช้จ่ายเงินทอง การเดินทางล้วนมีความสัมพันธ์กับมนุษย์ทั้งสิ้น ความรู้ทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ชีวิตดำเนินไปได้ด้วยดี และมีประสิทธิภาพ เช่น ความรู้ทางพีชคณิต อันได้แก่ ประโยคสัญลักษณ์เป็นการนำเอาเรื่องราว โจทย์ปัญหา มาเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาคำตอบเป็นการช่วยให้หาคำตอบได้ง่ายขึ้น ส่วนเรขาคณิตสามารถนำไปใช้ในการแบ่งเขตที่ดิน ใช้ในการก่อสร้าง เขียนแผนภูมิรูปภาพ แสดงข้อมูลต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ กิจกรรมต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต มีความคิดรวบยอด เป็นคนมีเหตุมีผล ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นการปลูกฝังคุณธรรมจริยธรรม ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องสำคัญมาก

เพ็ญจันทร์ เกือบประเสริฐ (2542, หน้า 4-5) ได้สรุปความสำคัญของคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสำคัญที่นำไปใช้ได้กับชีวิตประจำวัน เราทุกคนต้องใช้คณิตศาสตร์และต้องเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ บางครั้งอาจไม่รู้ตัวว่ากำลังใช้คณิตศาสตร์อยู่ เช่น การดูเวลา การประมาณระยะทาง การซื้อขาย การกำหนดรายรับรายจ่ายในครอบครัว เป็นต้น

2. ความสำคัญที่นำไปใช้ได้ในงานอาชีพ ในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่าความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ที่ทำงานไม่ว่าในสาขาวิชาชีพใด ผู้ที่มีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์มักจะได้รับการพิจารณาก่อนเสมอ

3. ความสำคัญที่เป็นเครื่องปลูกฝังความคิดและฝึกฝนให้เด็กมีคุณสมบัตินิสัย เจตคติ และความสามารถทางสมอง ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปของการศึกษา คือ การฝึกให้เด็กรู้จักคิดหรือให้มีความสามารถสร้างความรู้และคิดเป็น เช่น ความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผลและแสดงความคิดออกมาอย่างเป็นระบบระเบียบ ง่าย สั้น และชัดเจน ตลอดจนมีความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาและมีทักษะในการแก้ปัญหา

4. ความสำคัญในแง่ที่เป็นวัฒนธรรม คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมจากอดีตที่มีรูปแบบอันงดงาม ซึ่งคนรุ่นก่อนได้คิดค้นสร้างสรรค์ไว้ และถ่ายทอดมาให้คนรุ่นหลังได้ชื่นชมทั้งยังมีเรื่องให้ศึกษาค้นคว้าต่อไปได้อีกมาก โดยอาจไม่ต้องคำนึงถึงผลที่จะเอาไปใช้ต่อไป ดังนั้น การศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ควรจะเป็นการศึกษาเพื่อชื่นชมในผลงานของคณิตศาสตร์ที่มีต่อ วัฒนธรรม อารยธรรม และความก้าวหน้าของมนุษย์ และยังเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์เพื่อ คณิตศาสตร์เองได้อีกแห่งหนึ่งด้วย

2. ทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behaviorism)

นักคิดในกลุ่มนี้มองธรรมชาติของมนุษย์ในลักษณะที่เป็นกลางคือ ไม่ดีไม่เลว (neutral – passive) การกระทำต่างๆ ของมนุษย์เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมภายนอก พฤติกรรมของมนุษย์เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า (stimulus – response) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและการตอบสนอง กลุ่มพฤติกรรมนิยมให้ความสนใจกับ “พฤติกรรม” มาก เพราะพฤติกรรมเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัด สามารถวัดได้และทดสอบได้

ทฤษฎีการเชื่อมโยงของธอร์นไดค์ (Thorndike's Classical Connectionism)

ทฤษฎีการเรียนรู้

ธอร์นไดค์ เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ซึ่งมีหลายรูปแบบ บุคคลจะมีการลองผิดลองถูก (trial and error) ปรับเปลี่ยนไปเรื่อยๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว บุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้น เชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อยๆ

กฎการเรียนรู้ของธอร์นไดค์สรุปได้ดังนี้

1. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ถ้าผู้เรียนมีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2. กฎแห่งการฝึกหัด (Law of Exercise) การฝึกหัดหรือกระทำบ่อย ๆ ด้วยความเข้าใจจะทำให้การเรียนรู้นั้นคงทนถาวรถ้าไม่ได้กระทำซ้ำบ่อย ๆ การเรียนรู้นั้นจะไม่คงทน

ถาวร และในที่สุดอาจลืมได้

3. กฎแห่งการใช้ (Law of Use and Disuse) การเรียนรู้เกิดจากการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ความมั่นคงของการเรียนรู้จะเกิดขึ้น หากได้มีการนำไปใช้บ่อย ๆ หากไม่มีการนำไปใช้อาจมีการลืมเกิดขึ้นได้

4. กฎแห่งผลที่พึงพอใจ (Law of Effect) เมื่อบุคคลได้รับผลที่พึงพอใจย่อมอยากจะทำซ้ำต่อไป แต่ถ้าได้รับผลที่ไม่พึงพอใจ จะไม่อยากเรียนรู้ ดังนั้นการที่ได้รับผลที่พึงพอใจจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้

หลักการจัดการศึกษา/การสอน

1. การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนแบบลองผิดลองถูกบ้าง (เมื่อพิจารณาแล้วว่าไม่ถึงกับเสียเวลามากเกินไป และไม่เป็นอันตราย) จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในวิธีการแก้ปัญหา จดจำการเรียนรู้ได้ดี และเกิดความภาคภูมิใจในการทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง
2. การสำรวจความพร้อมหรือการสร้างความพร้อมของผู้เรียนเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องกระทำก่อนการสอนบทเรียน เช่น การสร้างบรรยากาศให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเรียน การเชื่อมโยงความรู้เดิมมาสู่ความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้ใหม่ การสำรวจความรู้พื้นฐาน เพื่อที่ว่าผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนบทเรียนต่อไปหรือไม่
3. หากต้องการให้ผู้เรียนมีทักษะในเรื่องใดจะต้องช่วยให้เขาเกิดความเข้าใจในเรื่องนั้นอย่างแท้จริง แล้วให้ฝึกฝนโดยกระทำการสิ่งนั้นบ่อย ๆ แต่ควรระวังอย่าให้ถึงกับซ้ำซาก จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย
4. เมื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้แล้วควรให้ผู้เรียนฝึกฝนการเรียนรู้ที่นั้นไปใช้บ่อย ๆ
5. การให้ผู้เรียนได้รับผลที่ตนพึงพอใจ จะช่วยให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จ การศึกษาว่าสิ่งใดเป็นสิ่งเร้าหรือรางวัลที่ผู้เรียนพึงพอใจจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

ทฤษฎีการวางเงื่อนไขแบบโอเปอเรนต์ (Operant Conditioning) ของสกินเนอร์ (Skinner)

สกินเนอร์ (Skinner) ได้ทำการทดลอง ซึ่งสามารถสรุปเป็นกฎการเรียนรู้ดังนี้

ทฤษฎีการเรียนรู้

1. การกระทำใด ๆ ถ้าได้รับการเสริมแรง จะมีแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นอีก ส่วนการกระทำที่ไม่มีการเสริมแรง แนวโน้มที่ความถี่ของการกระทำนั้นจะลดลงและหายไปในที่สุด (จากการทดลองโดยนำหนูที่หิวจัดไปใส่กล่อง ภายในมีคันบังคับให้อาหารตกลงไปในกล่องได้ ตอนแรกหนูจะวิ่งชนโน่นชนนี่ เมื่อชนคันจะมีอาหารตกลงมาให้กิน ทำหลาย ๆ ครั้ง พบว่าหนูจะกดคัน

ทำให้อาหารตกลงไปได้เร็วขึ้น)

2. การเสริมแรงที่แปรเปลี่ยนทำให้การตอบสนองคงทนกว่าการเสริมแรงที่ตายตัว (จากการทดลองโดยเปรียบเทียบหนูที่หิวจัด 2 ตัว ตัวหนึ่งกดคันจะได้อาหารทุกครั้ง อีกตัวหนึ่งเมื่อกดคัน บางทีก็ได้อาหาร บางทีก็ไม่ได้อาหาร แล้วหยุดให้อาหารตัวแรกจะเลิกกดคันทันที ตัวที่ 2 จะยังคงต่อไปอีกนานกว่าตัวแรก)

3. การลงโทษทำให้เรียนรู้ได้เร็วและลืมเร็ว (จากการทดลองโดยนำหนูที่หิวจัดใส่กรงแล้วช็อกด้วยไฟฟ้า หนูจะวิ่งพลา้นจนออกมาได้ เมื่อจับหนูใส่เข้าไปใหม่มันจะวิ่งพลา้นอีกจำไม่ได้ว่าทางไหนคือทางออก)

4. การให้แรงเสริมหรือให้รางวัลเมื่ออินทรีย์กระทำพฤติกรรมที่ต้องการสามารถช่วยปรับหรือปลูกฝังนิสัยที่ต้องการได้ (จากการทดลองโดยสอนให้หนูเล่นบาสเกตบอลเริ่มจากการให้อาหารเมื่อหนูจับลูกบาสเกตบอล จากนั้นเมื่อมันโยนจึงให้อาหารต่อมาเมื่อโยนสูงขึ้นจึงให้อาหาร ในที่สุดต้องโยนเข้าห่วงจึงให้อาหาร การทดลองนี้เป็นการกำหนดให้หนูแสดงพฤติกรรมตามที่ต้องการก่อนจึงให้แรงเสริม วิธีนี้สามารถดัดนิสัยหรือปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้)

หลักการจัดการศึกษา/การสอน

1. ในการสอน การให้การเสริมแรงหลังการตอบสนองที่เหมาะสมของเด็กจะช่วยเพิ่มอัตราการตอบสนองที่เหมาะสมนั้น

2. การเว้นระยะการเสริมแรงอย่างไม่เป็นระบบ หรือเปลี่ยนรูปแบบการเสริมแรงจะช่วยให้การตอบสนองของผู้เรียนคงทนถาวร เช่น ถ้าครูชมว่า “ดี” ทุกครั้งที่นักเรียนตอบถูกต้องอย่างสม่ำเสมอ นักเรียนจะเห็นความสำคัญของแรงเสริมน้อยลง ครูควรเปลี่ยนเป็นแรงเสริมแบบอื่นบ้าง เช่น ชิม พยักหน้า หรือบางครั้งอาจไม่ให้แรงเสริม

3. การลงโทษที่รุนแรงเกินไป มีผลเสียมาก ผู้เรียนอาจไม่ได้เรียนรู้หรือจำสิ่งที่เรียนได้เลย ควรใช้วิธีการงดการเสริมแรงเมื่อนักเรียนมีพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ เช่น เมื่อนักเรียนใช้ถ้อยคำไม่สุภาพ แม้ได้บอกและตักเตือนแล้วก็ยังใช้อีก ครูควรงดการตอบสนองต่อพฤติกรรมนั้น เมื่อไม่มีใครตอบสนอง ผู้เรียนจะหยุดพฤติกรรมนั้นไปในที่สุด

4. หากต้องการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม หรือปลูกฝังนิสัยให้แก่ผู้เรียนการแยกแยะขั้นตอนของปฏิกิริยาตอบสนองออกเป็นลำดับขั้น โดยพิจารณาให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน เช่น หากต้องการปลูกฝังนิสัยในการรักษาความสะอาดห้องปฏิบัติการและเครื่องมือ สิ่งสำคัญประการแรกคือ ต้องนำพฤติกรรมที่ต้องการมาจำแนกเป็นพฤติกรรมย่อยให้ชัดเจน เช่น การเก็บ การกวาด การเช็ดถู การล้าง การจัดเรียง เป็นต้น ต่อไปจึงพิจารณาเสริมที่จะให้แก่ผู้เรียน เช่น คະแนน คำชมเชย การให้เกียรติ การให้โอกาสแสดงตัว เป็นต้น เมื่อนักเรียน

แสดงพฤติกรรมที่พึงประสงค์ ก็ให้การเสริมแรงที่เหมาะสมในทันที (ทิสนา เขมมณี, 2552)

3. ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีลักษณะและธรรมชาติเฉพาะตัว ทำให้คณิตศาสตร์มีความแตกต่างจากศาสตร์อื่น คนส่วนใหญ่มักมองว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยตัวเลขและการคำนวณ และมักคิดว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก เนื่องจากมีทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม มากมาย และไม่มีสื่อรูปธรรมที่ใช้แทนได้ชัดเจน เช่น เมื่อกล่าวถึง 3 อาจหมายถึง ปากกา 3 ด้าม หมอน 3 ใบ กระดาษ 3 แผ่น จึงไม่มีสื่อรูปธรรมเฉพาะที่ใช้แทน 3 และเมื่อกล่าวถึง $\sqrt{2}$ ยิ่งหาสื่อรูปธรรมแทนได้ยาก ความรู้ทางคณิตศาสตร์จึงเป็นความรู้ที่ดูเหมือนจะอยู่ห่างไกลมนุษย์ แต่แท้จริงแล้วความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ที่อยู่คู่กับชีวิตมนุษย์ตั้งแต่ต้นจนจนถึงก่อนเข้านอน มนุษย์ได้ใช้คณิตศาสตร์ทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ ทั้งโดยรู้ตัวและไม่รู้ตัว เช่น เรื่องของการกำหนดเวลาในการทำงานหลาย ๆ งานในแต่ละวันก็เป็นเรื่องของการวัดเวลา เรื่องของการใช้จ่ายก็เป็นเรื่องของการประมาณค่า ซึ่งต่างก็เป็นเรื่องที่ต้องใช้ความรู้สึกเชิงจำนวน (Number sense) หรือแม้กระทั่งการเดินทางที่มนุษย์พยายามหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือการหาเส้นทางที่ไปสะดวกหลาย ๆ แห่ง แล้วใช้เวลาและค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด หรือโดยไม่ต้องย้อนมาย้อนไป ตัวอย่างเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวและมีประโยชน์อย่างมากต่อชีวิตมนุษย์

อย่างไรก็ตาม ในความรู้สึกของคนทั่วไป คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยสิ่งที่เป็นนามธรรมและจับต้องไม่ได้ น้อยคนนักที่จะมองเห็นลักษณะที่เป็นจริงของคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นลักษณะของประโยชน์และการก่อให้เกิดความเจริญในโลก ลักษณะเหล่านั้น มีดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีระบบ และแบบแผนที่ชัดเจน
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการคิดและการใช้สติปัญญาของมนุษย์
3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์ในการสื่อความหมาย
4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาเกี่ยวกับการคำนวณ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหา
5. คณิตศาสตร์เป็นวิธีที่นำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่
6. คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือให้มนุษย์สร้างสรรค์งานหรือนวัตกรรม
7. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ถูกนำไปใช้ในหลากหลายรูปแบบ
8. คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ของแบบรูป (Pattern) ที่ใช้อธิบายสิ่งต่าง ๆ
9. คณิตศาสตร์ช่วยให้คำตอบที่ถูกต้องสำหรับการแก้ปัญหาใด ๆ
10. คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์จัดการกับสิ่งที่มองไม่เห็น เช่น คำนวณความเร็วของ

เสียง

11. คณิตศาสตร์ช่วยในการคาดการณ์หรือทำนายสิ่งที่เกิดขึ้น

ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เป็นของคู่กัน เมื่อมีความรู้แล้วจำเป็นต้องมีทักษะจึงจะสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ มนุษย์จึงต้องเรียนรู้คณิตศาสตร์และฝึกนำไปใช้งาน เกิดเป็นความชำนาญ ซึ่งจะมีมากน้อยเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการใช้งาน ในอดีต มักไม่มีการจำแนกแหว่งความรู้ทางคณิตศาสตร์กับทักษะทางคณิตศาสตร์ แต่จะใช้คำรวมว่าความรู้เกี่ยวกับจำนวน ซึ่งเป็นความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการจัดการและตอบสนองอย่างมีประสิทธิภาพต่อความต้องการใช้งานทางคณิตศาสตร์ของสถานการณ์ที่มีความแตกต่างและหลากหลายหรือใช้คำที่มีความหมายกว้างกว่าคือ การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ (Mathematical literacy) การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ จึงหมายรวมถึง สมรรถภาพทางคณิตศาสตร์ในหลายระดับ ตั้งแต่การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานจนถึงการคิดและการหยั่งรู้ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้ทั้งความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นความเข้าใจ มโนทัศน์ และความคิดทางคณิตศาสตร์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Process of mathematics) ซึ่งเป็นสมรรถภาพทั่วไปทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหา การใช้ภาษาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ การคำนวณ การเชื่อมโยงปัญหา การวิเคราะห์ การอ้างอิงไปใช้ และการหยั่งรู้ ส่วนการจะมีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์อะไรบ้างนั้น ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับระดับของผู้เรียนและความจำเป็นในการใช้งาน (อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 1-2)

การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์

การพัฒนาความคิดมิได้เป็นเรื่องที่ยากเกินไป เพราะการคิดและการทำงานของมนุษย์ แม้จะเป็นเรื่องของสติปัญญาที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับพันธุกรรม แต่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาขึ้นได้จากการจัดสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อสติปัญญา ทั้งนี้ เพราะสติปัญญาประกอบด้วยความสามารถในการวิเคราะห์ สร้างสรรค์ และปฏิบัติการ การสอนหรือการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงต้องมุ่งพัฒนากระบวนการทางปัญญาให้ผู้เรียนมากกว่าการสอนหรือการถ่ายทอดเนื้อหาหรือความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ และการนำไปปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถทำได้โดยง่ายด้วยการพยายามตั้งข้อสังเกตหรือถามคำถามให้ผู้เรียนคิด แม้การสอนเนื้อหาหรือองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรม ก็สามารถฝึกการคิดได้ การพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการพัฒนากระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ จึงอาจทำได้ง่าย ๆ ด้วยการพยายามใช้คำถามให้ผู้เรียนได้คิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคอง, 2553, หน้า 25)

กระบวนการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ก่อนการสอนแต่ละครั้ง ผู้สอนควรกำหนดจุดมุ่งหมายของการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่กระบวนการเรียนการสอนในห้อง โดยทั่วไป จุดมุ่งหมายดังกล่าวมี 2 ลักษณะ ดังนี้

1. พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์
หลังจากสอนเนื้อหาหรือองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นมโนทัศน์ ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม ฯลฯ แล้ว ผู้สอนให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แบบฝึกหัด หรือแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากการนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้ประกอบการคิด กระบวนการเรียนการสอนในลักษณะนี้จึงช่วยพัฒนาทักษะในการนำความรู้ที่มีอยู่ไปใช้

2. พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์
ผู้สอนให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่สามารถมองเห็นหรือค้นพบสิ่งที่ไม่เคยเรียนรู้มาก่อน เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปที่เป็นเนื้อหาหรือองค์ความรู้ที่เป็นมโนทัศน์ ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม ฯลฯ ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากการทำกิจกรรม ในขณะเดียวกันก็ได้เรียนรู้เนื้อหาใหม่ด้วย

โดยทั่วไป ผู้สอนมักคุ้นเคยกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์ คือสอนเนื้อหาที่เป็นความรู้ก่อน แล้วให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่พิสูจน์ความรู้จากนั้นให้ทำแบบฝึกหัดหรือโจทย์ปัญหา เพื่อฝึกการใช้ความรู้ใหม่ที่เรียน และเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยกับปัญหาประเภทต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียน เช่น สอนเรื่องปริมาตรของปริซึม โดยสอนสูตรก่อนแล้วให้ผู้เรียนหาปริมาตรของน้ำในปริซึม โดยเปรียบเทียบกับปริมาตรที่ได้จากการคำนวณ จากนั้นให้ผู้เรียนฝึกทำโจทย์ประเภทต่าง ๆ เกี่ยวกับปริซึม การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการใช้งานคณิตศาสตร์ อันจะนำไปสู่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ยังมีไม่มากนัก ซึ่งกิจกรรมตามจุดมุ่งหมายลักษณะนี้สอดคล้องกับแนวการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discover learning) และการอุปนัย (Induction) ทางคณิตศาสตร์ ในทางปฏิบัติ ผู้สอนมักให้ผู้เรียนทำกิจกรรม แล้วผู้สอนมักจะสรุปความรู้ที่ได้เอง โดยไม่พยายามแนะหรือใช้คำถามต่อเนื่องเพื่อให้ผู้เรียนคิดไปสู่ข้อสรุป อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมตามจุดมุ่งหมายทั้งสองลักษณะที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน อาจพัฒนาได้จากการปรับกระบวนการที่ใช้ในห้องเรียนให้เน้นที่การคิดและประสิทธิภาพในการทำงานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ตลอดจนการใช้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้มากกว่าที่เป็นอยู่ ซึ่งจะช่วยให้บรรลุจุดมุ่งหมายของการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

หลังจากกำหนดจุดมุ่งหมายของการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายแล้ว ผู้สอนอาจต้องวิเคราะห์กระบวนการเรียนการสอนที่จะใช้ในห้องเรียน กระบวนการนี้มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอน ผู้สอนมีบทบาทสำคัญต่อระดับการพัฒนาทักษะในการคิดและการทำงานของผู้เรียน เริ่มจากการให้กิจกรรมการอธิบายขั้นตอนการทำกิจกรรม การตั้งประเด็นคำถาม การกระตุ้นให้

ผู้เรียนคิด การแนะนำให้ผู้เรียนแก้ปัญหา การตอบคำถาม การสร้างเงื่อนไขท้าทาย จนถึงการอภิปราย คำตอบและการขยายความคิดจากการทำกิจกรรม ผู้สอนควรคิดไว้ล่วงหน้าในประเด็นต่อไปนี้

1. ต้องการให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะอะไรบ้างจากการทำกิจกรรม และแต่ละทักษะนั้น จะเกิดขึ้นในขั้นตอนใดของการทำกิจกรรม
2. ปัญหา อุปสรรค หรือความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมมี อะไรบ้าง และมีแนวทางในการแก้ไขอย่างไร
3. มีประเด็นหรือคำถามใดที่จะทำให้ผู้เรียนตอบได้และนำไปสู่การพัฒนาทักษะที่ ต้องการ
4. มีแนวทางในการกระตุ้นให้ผู้เรียนทุกคนได้คิดและทำงานอย่างเต็มศักยภาพ อย่างไรบ้าง
5. จะสร้างสมดุลเพื่อช่วยเหลือเด็กอ่อนและส่งเสริมเด็กเก่งที่เรียนอยู่ในห้องเดียวกัน ได้อย่างไร
6. ผู้เรียนต้องทำอะไรได้หรือมีพฤติกรรมอย่างไรจึงจะถือว่าการพัฒนาแต่ละ ทักษะนั้น
7. จะอภิปรายและขยายความคิดเกี่ยวกับกิจกรรมที่ผู้เรียนทำและข้อสรุปที่ได้ว่า อย่างไร
8. จะพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ควบคู่กับการ พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไร
9. จะประเมินพัฒนาการของผู้เรียนเป็นรายบุคคลให้ได้มากที่สุดอย่างไร
10. จะทำอย่างไร ถ้าการเรียนการสอนไม่ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย

การคิดเกี่ยวกับประเด็นทั้งหมดไว้ล่วงหน้า จะทำให้ผู้สอนมองเห็นสิ่งที่จะเกิดขึ้นในการ จัดกิจกรรมจริง และจะสามารถเตรียมการที่จะแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น การทำเช่นนี้จะทำให้การเรียน การสอนราบรื่นและจะนำไปสู่ความสำเร็จตามที่คิดไว้ อย่างไรก็ตาม การสอนหรือการจัดกิจกรรม การเรียนรู้เป็นความสามารถเฉพาะตัวของผู้สอนที่รวมทั้งศาสตร์ด้านการสอนและศิลปะเกี่ยวกับการ สอนเข้าด้วยกัน บุคลิกภาพ ประสบการณ์ และเทคนิคของผู้สอนมีส่วนสำคัญที่จะทำให้ผู้เรียน สนใจเรียน บางครั้งผู้สอนจะพบว่าตนเองวางแผนและเตรียมการสอนมาอย่างดี แต่ผู้เรียนกลับไม่ เข้าใจสิ่งที่สอน และมีคำถามที่ตนคาดไม่ถึง เช่น “ให้ทำอะไรคะ” “ทำยังงัยคะ” ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นนี้ ไม่ใช่เรื่องแปลก เนื่องจากผู้สอนเป็นคนเตรียมกิจกรรมเอง จึงคิดว่าผู้อื่นจะเข้าใจงานเหมือนที่ตน เข้าใจ ในขณะที่ผู้เรียนซึ่งมีความรู้้น้อยกว่าและไม่เคยเห็นกิจกรรมมาก่อน ก็สื่อความหมายของสิ่งที่ ผู้สอนให้ทำตามระดับความสามารถของตนปัญหาลักษณะนี้เกิดขึ้นบ่อยครั้งในชั้นเรียนคณิตศาสตร์

และมักได้รับการแก้ไขอย่างมีประสิทธิภาพหากผู้สอนมีประสบการณ์มากพอ ประสบการณ์จะทำให้ผู้สอนประสบความสำเร็จในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน เนื่องจากประสบการณ์จะทำให้ผู้สอนมีความสามารถหลายประการ ดังต่อไปนี้

1. อธิบายงานได้ชัดเจน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจขั้นตอนและวิธีการทำงาน สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยไม่เสียเวลา
2. ใช้คำถามเป็น รู้จักถามให้คิด ถามให้มีการเชื่อมโยงความรู้ ถามเพื่อท้าทายหรือกระตุ้นให้ค้นหา ถามต่อเนื่องเพื่อนำไปสู่การหาแบบรูปและข้อสรุป สามารถใช้คำถามอื่นที่ง่ายกว่าเมื่อผู้เรียนตอบคำถามไม่ได้
3. สามารถยกตัวอย่างที่หลากหลายทั้งตัวอย่างที่ถูก ตัวอย่างที่ผิด ตัวอย่างที่ง่าย และตัวอย่างที่ซับซ้อน ประกอบการอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจได้ รวมทั้งสามารถแนะให้ผู้เรียนยกตัวอย่างเองได้
4. ประเมินความเหมาะสมของประเด็นที่จะอภิปราย โดยเลือกใช้ประเด็นของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องหรือเป็นผลจากการทำกิจกรรม และเป็นประเด็นที่อภิปรายแล้วจะให้มุมมองหรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนทั้งห้อง
5. สามารถกำกับการทำงานและการคิดของผู้เรียนให้เป็นไปในแนวทางที่จะนำไปสู่การพัฒนาทักษะที่ต้องการได้ รู้ว่าเมื่อใดควรปล่อยให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาและหาทางแก้ไขด้วยตนเอง เมื่อใดควรช่วยเหลือเพื่อไม่ให้ผู้เรียนสับสนหรือคิดออกนอกขอบเขตมากเกินไป
6. ประเมินความสำเร็จของการสอนจากการเรียนรู้ของผู้เรียน และตัดสินใจว่าจะดำเนินการสอนต่อไปอย่างไร

ความสามารถข้างต้นจำเป็นอย่างยิ่งในกระบวนการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผู้สอนที่มีประสบการณ์มักจัดการเรียนรู้ได้สอดคล้องกับแนวการจัดการเรียนการสอนที่นักการศึกษาเสนอแนะให้ใช้อยู่แล้ว โดยบางครั้งผู้สอนเองอาจไม่ทราบ เช่น แนวการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ที่ใช้หลักการให้ผู้สอนเน้นกระบวนการคิด การลงมือทำงานของผู้เรียน แนวการสอนที่เน้นการสร้างความรู้ (Constructivist teaching approach) ที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากการใช้ความรู้ที่มีอยู่และการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและสิ่งแวดล้อม แนวการสอนแบบแนะให้รู้คิด (Cognitively guided instruction) ที่มุ่งให้ผู้สอนใช้การแนะให้ผู้เรียนใช้ความคิดอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้สิ่งใหม่ด้วยตนเอง เมื่อประมวลหลักการหรือจุดเน้นของแนวการสอนลักษณะนี้เข้าด้วยกันแล้ว จะนำไปสู่แนวทางเดียวกันคือ การสอนที่มุ่งเน้นที่กระบวนการคิดและการทำงานของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นสิ่งที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน อันจะนำไปสู่การสร้างความรู้ที่เกิดจากความเข้าใจที่ถ่องแท้ ทำให้สามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้แก้ปัญหาหรือเป็น

พื้นฐานในการสร้างความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการเรียนรู้หรือกิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดและแนวทางนี้ จะช่วยพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และการใช้งานของคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง ซึ่งในระยะยาวจะสามารถพัฒนาเป็นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 84-86)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในส่วนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้เป็นทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาค้นคว้า การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกราชของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจ

ความสัมพันธ์และความเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสมและมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

2. ซื่อสัตย์สุจริต

3. มีวินัย

4. ใฝ่เรียนรู้

5. อยู่อย่างพอเพียง

6. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. รักความเป็นไทย

8. มีจิตสาธารณะ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ,

2552, หน้า 4-7)

การจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการสำคัญในการนำหลักสูตรสู่การปฏิบัติหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นหลักสูตรที่มีมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน และคุณลักษณะอันพึงประสงค์เป็นเป้าหมายสำคัญสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชน

ผู้สอนต้องพยายามคัดสรรกระบวนการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ทั้ง 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ รวมทั้งปลูกฝังเสริมสร้างคุณลักษณะ

อันพึงประสงค์ พัฒนาทักษะต่าง ๆ อันเป็นสมรรถนะสำคัญที่ต้องการให้เกิดแก่ผู้เรียน

1. หลักการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐาน โดยยึดหลักว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด เชื่อว่าทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนา ตนเองได้ ยึดประโยชน์ที่เกิดกับผู้เรียน กระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียน สามารถ พัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทาง สมอง เน้นให้ความสำคัญทั้งความรู้ และคุณธรรม

2. กระบวนการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้เรียนจะต้องอาศัยกระบวนการเรียนรู้ที่ หลากหลาย เป็นเครื่องมือที่จะนำพาตนเองไปสู่เป้าหมายของหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็น สำหรับผู้เรียน อาทิ กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ กระบวนการสร้างความรู้ กระบวนการคิด กระบวนการทางสังคม กระบวนการเผชิญสถานการณ์และแก้ปัญหา กระบวนการเรียนรู้จาก ประสบการณ์จริง กระบวนการปฏิบัติ ลงมือทำจริง กระบวนการจัดการ กระบวนการวิจัย กระบวนการเรียนรู้การเรียนรู้ของตนเอง กระบวนการพัฒนาลักษณะนิสัย

กระบวนการเหล่านี้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน พัฒนา เพราะจะสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี บรรลุเป้าหมายของหลักสูตร ดังนั้นผู้สอน จึงจำเป็นต้องศึกษาทำความเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเลือกใช้ในการจัด กระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. การออกแบบการจัดการเรียนรู้

ผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาให้เข้าใจถึงมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งวัดสมรรถนะ สำคัญของผู้เรียนคุณลักษณะอันพึงประสงค์ แล้วจึงพิจารณาออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยเลือกใช้ วิธีสอนและเทคนิคการสอน สื่อ/แหล่งเรียนรู้ การวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาเต็ม ตามศักยภาพและบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งเป็นเป้าหมายที่กำหนด

4. บทบาทของผู้สอนและผู้เรียน

การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณภาพตามเป้าหมายของหลักสูตร ทั้งผู้สอนและ ผู้เรียนควรมีบทบาท ดังนี้

4.1 บทบาทของผู้สอน

1) ศึกษาวิเคราะห์ผู้เรียนเป็นรายบุคคล แล้วนำข้อมูลมาใช้ในการวางแผนการจัดการ เรียนรู้ที่ท้าทายความสามารถของผู้เรียน

- 2) กำหนดเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความรู้และทักษะกระบวนการที่เป็นความคิดรวบยอด หลักการและความสัมพันธ์ รวมทั้งคุณลักษณะอันพึงประสงค์
- 3) ออกแบบการเรียนรู้และจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและพัฒนาการทางสมอง เพื่อนำผู้เรียนไปสู่เป้าหมาย
- 4) จัดบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และดูแลช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้
- 5) จัดเตรียมและเลือกใช้สื่อให้เหมาะสมกับกิจกรรม นำภูมิปัญญาท้องถิ่นเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน
- 6) ประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาและระดับพัฒนาการของผู้เรียน
- 7) วิเคราะห์ผลการประเมินมาใช้ในการซ่อมเสริมและพัฒนาผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของตนเอง

4.2 บทบาทของผู้เรียน

- 1) กำหนดเป้าหมาย วางแผน และรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง
- 2) เสาะแสวงหาความรู้ เข้าถึงแหล่งการเรียนรู้ วิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อความรู้ ตั้งคำถาม คิดหาคำตอบหรือหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่าง ๆ
- 3) ลงมือปฏิบัติจริง สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ
- 4) มีปฏิสัมพันธ์ ทำงาน ทำกิจกรรมร่วมกับกลุ่มและครู
- 5) ประเมินและพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของตนเองอย่างต่อเนื่อง

สื่อการเรียนรู้

สื่อการเรียนรู้เป็นเครื่องมือส่งเสริมสนับสนุนการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนเข้าถึงความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรได้อย่างมีประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้มีหลากหลายประเภท ทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และสื่อการเรียนรู้อื่นๆ ที่มีในท้องถิ่น การเลือกใช้สื่อควรเลือกให้มีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการและสถานการณ์การเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน

การจัดหาสื่อการเรียนรู้ ผู้เรียนและผู้สอนสามารถจัดทำและพัฒนาขึ้นเอง หรือปรับปรุงเลือกใช้อย่างมีคุณภาพจากสื่อต่าง ๆ ที่มีอยู่รอบตัวเพื่อนำมาใช้ประกอบในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมและสื่อสารให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยสถานศึกษาควรจัดให้มีอย่างพอเพียงเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง สถานศึกษา เขตพื้นที่การศึกษา หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และผู้มีหน้าที่จัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน ควรดำเนินการ ดังนี้

1. จัดให้มีแหล่งการเรียนรู้ ศูนย์สื่อการเรียนรู้ ระบบสารสนเทศการเรียนรู้และเครือข่ายการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพทั้งในสถานศึกษาและในชุมชน เพื่อการศึกษา ค้นคว้า และการแลกเปลี่ยนประสบการณ์การเรียนรู้ ระหว่างสถานศึกษา ท้องถิ่น ชุมชน สังคมโลก
2. จัดทำและจัดหาสื่อการเรียนรู้สำหรับการศึกษาค้นคว้าของผู้เรียน เสริมความรู้ให้ผู้สอน รวมทั้งจัดหาสิ่งที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการเรียนรู้
3. เลือกและใช้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ มีความเหมาะสม มีความหลากหลาย สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ ธรรมชาติของสาระการเรียนรู้ และความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน
4. ประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ที่เลือกใช้อย่างเป็นระบบ
5. ศึกษา ค้นคว้า วิจัย เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน
6. จัดให้มีการกำกับ ติดตาม ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพเกี่ยวกับสื่อและการใช้สื่อการเรียนรู้เป็นระยะ ๆ และสม่ำเสมอ

ในการจัดทำ การเลือกใช้ และการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในสถานศึกษาควรคำนึงถึงหลักการสำคัญของสื่อการเรียนรู้ เช่น ความสอดคล้องตามหลักสูตร วัตถุประสงค์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เนื้อหา มีความถูกต้องและทันสมัย ไม่กระทบความมั่นคงของชาติ ไม่ขัดต่อศีลธรรม มีการใช้ภาษาที่ถูกต้อง รูปแบบการนำเสนอที่เข้าใจง่าย และน่าสนใจ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2552, หน้า 25-27)

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 1 : จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค.1.1 : เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค.1.2 : เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค.1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค.1.4 : เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 : การวัด

มาตรฐาน ค.2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ตัวชี้วัด

1. หาพื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก
2. หาปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม
3. เปรียบเทียบหน่วยความจุหรือหน่วยปริมาตรในระบบเดียวกันหรือต่างระบบ และเลือกใช้หน่วยการวัดได้อย่างเหมาะสม

4. ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. พื้นที่ผิวของปริซึมและทรงกระบอก
2. ปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม
3. การเปรียบเทียบหน่วยความจุหรือหน่วยปริมาตรในระบบเดียวกันหรือต่างระบบ
4. การเลือกใช้หน่วยการวัดเกี่ยวกับความจุหรือปริมาตร
5. การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ตัวชี้วัด

1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. การใช้ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ พื้นที่ผิวและปริมาตรในการแก้ปัญหา

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

ตัวชี้วัด

1. อธิบายลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. ลักษณะและสมบัติของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด

1. ใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายและการนำไปใช้

สาระที่ 4 : พิชิตคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

ตัวชี้วัด

1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาพร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ
2. เขียนกราฟแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น
3. เขียนกราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
4. อ่านและแปลความหมายของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและกราฟอื่น ๆ
5. แก่ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและนำไปใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและการนำไปใช้
2. กราฟแสดงความเกี่ยวข้องระหว่างปริมาณสองชุดที่มีความสัมพันธ์เชิงเส้น
3. กราฟของสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
4. กราฟของระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร
5. กราฟอื่น ๆ
6. ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและการนำไปใช้

สาระที่ 5 : การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวชี้วัด

1. กำหนดประเด็นและเขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งกำหนดวิธีการศึกษาและการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เหมาะสม
2. หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม
3. นำเสนอข้อมูลในรูปแบบที่เหมาะสม
4. อ่าน แปลความหมาย และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการนำเสนอ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. การเก็บรวบรวมข้อมูล
2. ค่ากลางของข้อมูลและการนำไปใช้
3. การนำเสนอข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการนำเสนอ

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

ตัวชี้วัด

1. หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์จากการทดลองสุ่มที่ผลแต่ละตัวมีโอกาสเกิดขึ้นเท่า ๆ กัน และใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. การทดลองสุ่มและเหตุการณ์
2. ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์
3. การใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

ตัวชี้วัด

1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ
2. อภิปรายถึงความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นได้จากการนำเสนอข้อมูลทางสถิติ

สาระการเรียนรู้แกนกลาง

1. การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นประกอบการตัดสินใจ

สาระที่ 6 : ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด

1. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา
2. ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
3. ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

4. ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

5. เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ

6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่างๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียนและสันตรงอธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลมได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการและความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผลและแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (translation) การสะท้อน (reflection) และการหมุน (rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถนิยามและอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์หรือปัญหาและสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวและกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปวงกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน และฐานนิยมของข้อมูล

ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูล ข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความริเริ่มสร้างสรรค์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2552 , หน้า 5-56)

บทเรียนโปรแกรม

1. ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

ชัยขันธ์ พรหมวงศ์ (อ้างถึงใน บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 35) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมเอาไว้ว่า บทเรียนโปรแกรมเป็นบทเรียนที่เสนอเนื้อหาในรูปของ กรอบ หรือ เฟรม (Frame) ที่บรรจุเนื้อหาทีละน้อย มีคำถามท้าทายให้ผู้เรียนคิดแล้วตอบและมีคำตอบให้ทราบผลทันที ส่วนมากเป็นบทเรียนในรูปของสิ่งพิมพ์ที่เสนอแนะขั้นตอนหรือความคิดรวบยอดที่ได้วิเคราะห์แล้วเรียงลำดับไว้ดีแล้ว บทเรียนโปรแกรมจะประกอบด้วยบทเรียนขนาดเล็กหลายบทที่เสนอแนะขั้นตอนหรือความคิดรวบยอดเพียงอย่างเดียวเรียกว่า โมดูล (Module) บทเรียนโปรแกรมหลายบทเรียนที่เสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวเนื่องกัน รวมกันเข้าจะเป็นแบบเรียนโปรแกรมหรือตำราแบบโปรแกรม (Programmed Text) บทเรียนแบบโปรแกรมบางประเภทต้องใช้คู่กับเครื่องช่วยสอน (Teaching machine) จึงจะบรรลุจุดหมาย

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 35) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูป เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างบทเรียน โปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปไว้ล่วงหน้าที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง จะเรียนรู้ได้เร็วหรือช้าตามความสามารถของแต่ละบุคคล โดยบทเรียนดังกล่าวจะเป็นบทเรียนที่นำเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนมาแบ่งเป็นหน่วยย่อยหลาย ๆ กรอบ (frames) เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ในแต่ละกรอบจะมีเนื้อหาคำอธิบายและคำถามที่เรียบเรียงไว้ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก เพื่อมุ่งให้เกิดการเรียนรู้ตามลำดับบทเรียนโปรแกรมที่สมบูรณ์จะมีแบบทดสอบความก้าวหน้าของการเรียน โดยผู้เรียนสามารถทำการทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อตรวจสอบการ

เรียนรู้ของตนเองได้ทันที

ทิสนา แคมมณี (2552, หน้า 378) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า วิธีสอนโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม คือ กระบวนการที่ผู้สอนใช้ในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการให้ผู้เรียนศึกษาจากบทเรียนสำเร็จรูปด้วยตนเอง ซึ่งมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างไปจากบทเรียนปกติ กล่าวก็คือ เป็นบทเรียนที่นำเสนอเนื้อหาสาระที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแตกเป็นหน่วยย่อย (small steps) เพื่อให้ง่ายแก่ผู้เรียนในการเรียนรู้ และนำเสนอแก่ผู้เรียนในลักษณะที่ให้ผู้เรียนสามารถตอบสนองสิ่งที่เรียน และตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองได้ทันที (immediately feedback) ว่าผิดหรือถูก ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้มากขึ้นตามความสามารถ และสามารถตรวจสอบผลการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะบทเรียนจะมีแบบสอบทั้งแบบสอบก่อนการเรียนรู้ (pre-test) และแบบสอบหลังการเรียนรู้ (post-test) ไว้ให้พร้อม

กล่าวโดยสรุปว่า บทเรียน โปรแกรมของผู้วิจัยเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนไปตามความสามารถของตน โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็นชุดแต่ละชุดอาจมีหลายฉบับแต่ละฉบับก็มีกรอบย่อย ๆ มีคำถามท้าทายให้ผู้เรียนคิดแล้วตอบ และมีคำตอบให้ทราบผลทันทีว่าตอบผิดหรือถูก เนื้อหาแต่ละตอนเรียงลำดับขั้นตอนจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และในแต่ละฉบับของบทเรียนโปรแกรมยังมีแบบทดสอบเพื่อให้นักเรียนทดสอบตัวเองว่าผ่านเกณฑ์ตามที่กำหนดไว้ในบทเรียนโปรแกรมหรือไม่ เมื่อไม่ผ่านก็ต้องอ่านและทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมอีกครั้งหนึ่ง ส่วนนักเรียนที่เรียนผ่านเกณฑ์แล้วก็สามารถทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมได้อีกเพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้ของตนเอง

2. ประวัติความเป็นมาและพัฒนาการของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียน โปรแกรมนี้ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทและเป็นที่สนใจในวงการศึกษาไทยไม่นานนัก วิททิช (Witich & Shuller) ได้กล่าวถึงความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้ว่า บทเรียนโปรแกรมเป็นระบบการเสนอบทเรียนอย่างมีระเบียบที่ละเล็กละน้อยแก่ผู้เรียน บทเรียนแต่ละตอนจะมีเรื่องที่จะให้ผู้เรียนเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยเฉพาะ และจะมีปัญหาถามเกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยตรง เพื่อให้ผู้เรียนตอบปัญหานั้น จากนั้นก็จะเฉลยคำตอบที่ถูกเกี่ยวกับเรื่องนั้นโดยตรง เพื่อให้ผู้เรียนตอบปัญหานั้น จากนั้นก็จะเฉลยคำตอบที่ถูกไว้ บทเรียน โปรแกรมแต่ละตอนจะประกอบไปด้วยเนื้อหาที่ถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่า กรอบ (Frame) ซึ่งกรอบในลำดับต้น ๆ จะเชื่อมโยงชักนำไปสู่กรอบต่อไปเสมอ รศ.ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ ก็ได้กล่าวเอาไว้คล้าย ๆ กันว่า “บทเรียนโปรแกรม หมายถึง การจัดระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามเนื้อหา ซึ่งจัดไว้เป็นขั้นตอนเล็ก ๆ ผู้เรียนมีโอกาสประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยการดูจากผลสะท้อนกลับอยู่เสมอ และบางครั้งก็อาจจะได้รับความรู้เพิ่มเติม

ในเนื้อหาที่นักเรียนยังมีความรู้ไม่ดีพอ ผู้เรียนจะเลือกเรียนได้ตาม ความสนใจและก้าวไปตามความสามารถของแต่ละคน” และ รศ.ดร.เปรี๊ญ กุมุท ได้อธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับบทเรียนโปรแกรมเอาไว้ว่า “บทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม เทียบได้กับการสอนของครูที่ดีคนหนึ่งนั่นเอง เมื่อผู้เรียนนำบทเรียนสำเร็จรูปมาเรียน เมื่อนั้นเขากำลังพบกับการสอนของครูดี ๆ เข้าแล้ว ครูที่มาสอนความรู้ ทักษะและทัศนคติ ให้เขา เมื่อไร ที่ไหน ก็ได้ที่เขาต้องการเรียน เป็นการสอนการเรียนแบบตัวต่อตัว และสามารถปรับการสอนให้ผู้เรียนสามารถไปได้ช้าหรือเร็วตามความสามารถของตนได้ บทเรียนนี้มีหลายรูปแบบ แล้วแต่จะบรรจุไว้ในสื่อการสอนอะไร ถ้าบรรจุในเล่มหนังสือก็เรียกว่า แบบเรียนสำเร็จรูปหรือแบบเรียน โปรแกรม ถ้าบรรจุอยู่ในเครื่องมือหรือกลไกอย่างง่าย เรียกว่า เครื่องสอน หรือ Teaching Machine บ้างก็ออกมาในรูปของสื่อโสตทัศนศึกษาบางประเภท เช่น สไลด์เทป ภาพยนตร์ เป็นต้น” (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 38-39)

ประวัติความเป็นมาของบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 39-40) บทเรียนโปรแกรมมีจุดเริ่มต้นมีสหรัฐอเมริกา โดย ศาสตราจารย์เพรสซี่ (Sydney L. Pressey) แห่งมหาวิทยาลัยโอไฮโอ ได้ประดิษฐ์เครื่องสอน (Teaching Machine) ขึ้นมาสำหรับทดสอบนักเรียน เมื่อพ.ศ. 2563 และได้ทำการปรับปรุงนำออกเผยแพร่ในปี พ.ศ. 2472 แต่เนื่องจากยังไม่ค่อยมีคนเห็นความสำคัญ จึงทำให้ไม่ได้พัฒนาไปเท่าที่ควร

บทเรียนโปรแกรมเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2497 เมื่อ สกินเนอร์ (B.F. Skinner) แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ได้เขียนบทความอธิบายหลักการเรียนรู้ ซึ่งนำไปสู่การสร้างบทเรียนโปรแกรม ลงในวารสาร Harvard Education Review และต่อมาสกินเนอร์ได้ประดิษฐ์และทดลองเครื่องสอนของเขา และพิมพ์ผลงานออกเผยแพร่ในวารสาร Science เมื่อปี พ.ศ. 2500 ทำให้บทเรียนโปรแกรมแพร่หลายไปทั่วสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่น ๆ ผลการค้นคว้านี้เองทำให้สกินเนอร์ได้รับการยกย่องว่า เป็นผู้ให้กำเนิดบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น

หลังจากนั้นมีนักจิตวิทยาคนหนึ่ง คือ โครว์เดอร์ ทำให้บทเรียนโปรแกรมได้รับความนิยมแพร่หลายมากขึ้น เขาได้ทำการค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา ได้รับความสำเร็จมากจนได้รับยกย่องว่าเป็นผู้ให้กำเนิด บทเรียน โปรแกรมแบบสาขา

บทเรียนโปรแกรมได้รับการพัฒนากันต่อ ๆ มา โดยอาศัยแนวคิดของสกินเนอร์และโครว์เดอร์เป็นหลัก มีการจัดตั้งองค์การเพื่อทำการวิจัยและเผยแพร่บทเรียนโปรแกรมนี้ เช่น มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย มหาวิทยาลัยทรินิตี้ มหาวิทยาลัยเบอร์มิงแฮม และในลอนดอน เป็นต้น บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นในระยะหลัง ๆ นี้ มีการนำเอาการวิเคราะห์งาน (Task Analysis) เกี่ยวกับกระบวนการของการเรียนรู้มาใช้เป็นเครื่องนำทาง และได้มีการนำเอาสื่อการสอนต่าง ๆ

เข้ามาใช้ในบทเรียน โปรแกรมด้วย

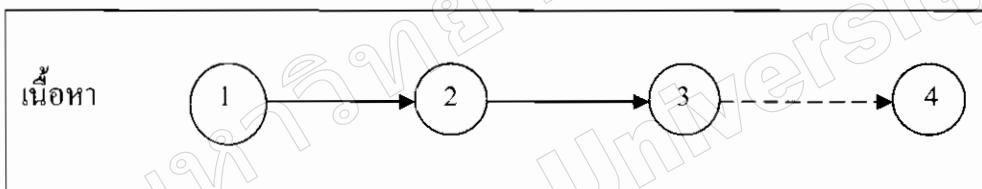
จากความเป็นมาของบทเรียนโปรแกรมจะเห็นได้ว่า บทเรียนโปรแกรม ได้เริ่มจากเครื่องสอนก่อนแล้ว จึงค่อยมีผู้จัดทำในรูปของหนังสือหรือตำรา ที่เรียกว่า แบบเรียนโปรแกรม นั่นเอง

3. ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ (2545, หน้า 36-38) ได้แบ่งบทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปแบ่งออกได้ 2 ชนิด ดังนี้

1. บทเรียนแบบเส้นตรง (Linear program)

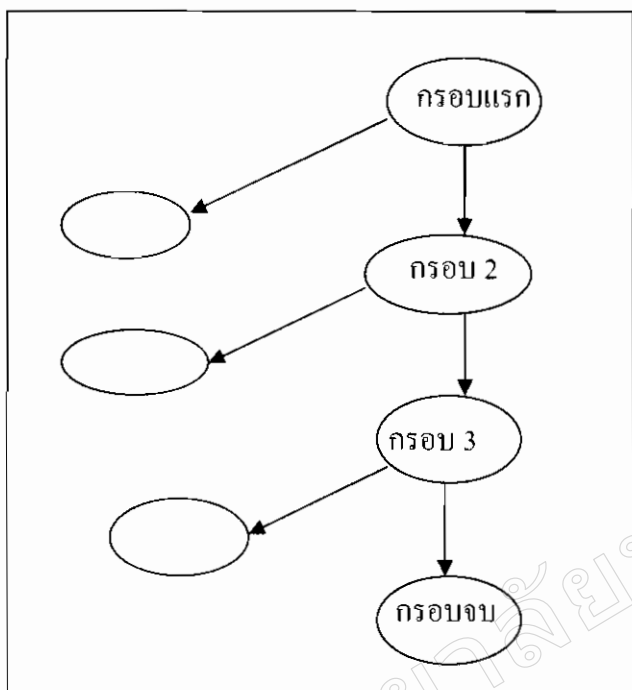
บทเรียนชนิดนี้จะบรรจุเนื้อหาทยอยลงในกรอบตามลำดับจากกรอบแรกไปจนถึงกรอบสุดท้าย ผู้เรียนจะต้องศึกษาเรียงตามลำดับต่อเนื่องกันไปตั้งแต่กรอบแรกไปจนถึงกรอบสุดท้ายไม่ควรเรียนข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ว่าจะเป็นคนเรียนเก่งหรือเรียนอ่อนก็ตาม ซึ่งอาจใช้เวลาเรียนไม่เท่ากัน บทเรียนแบบเส้นตรงมีลักษณะดังภาพที่ 1 ดังนี้



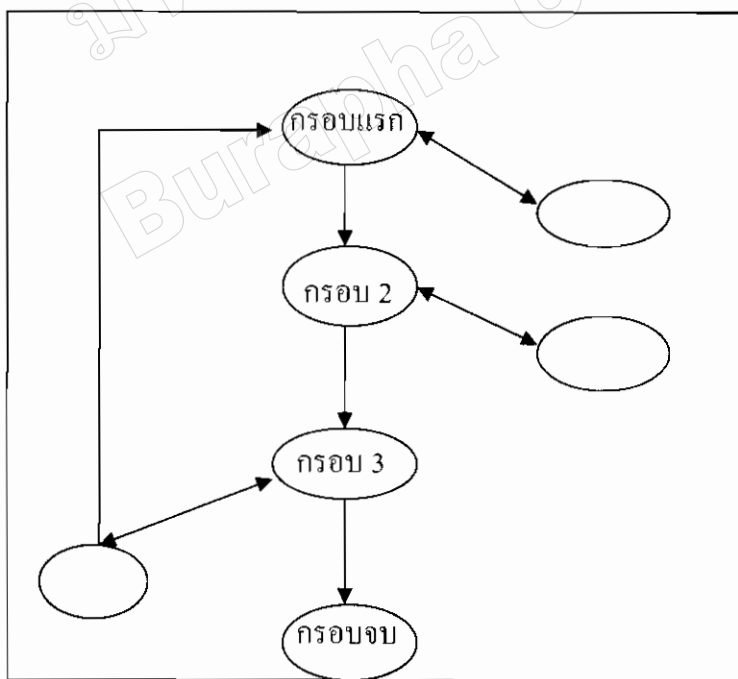
ภาพที่ 2-1 แสดงบทเรียนแบบเส้นตรง

2. บทเรียนแบบแตกสาขาหรือแตกกิ่ง (Branching program)

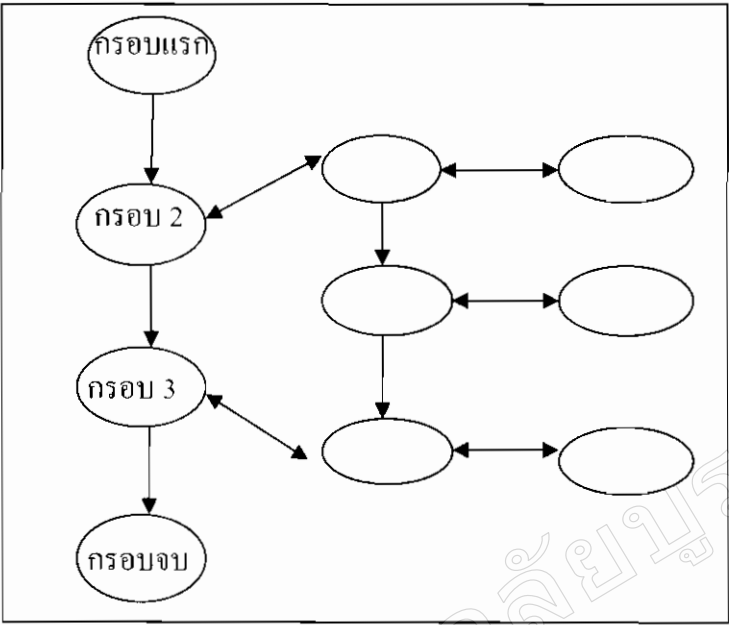
บทเรียนชนิดนี้จะมีการจัดเนื้อหาทยอยลงเป็นกรอบเช่นเดียวกับบทเรียนแบบเส้นตรง แต่จะมีกรอบย่อย ๆ เรียกว่า กรอบหรือกิ่งสาขาแตกออกมาจากกรอบหลักหรือกรอบขึ้น มีประโยชน์สำหรับให้ความรู้พื้นฐานเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนมียังมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอที่จะเรียนในกรอบต่อไป ผู้เรียนทุกคนไม่จำเป็นจะต้องเรียนทุกกรอบ คนเก่งอาจจะเรียนจบเร็วกว่าคนอื่น เพราะไม่ต้องเสียเวลาแวะเรียนตามกรอบสาขา บทเรียนแบบแตกสาขานั้นสามารถแตกสาขาได้ในลักษณะต่าง ๆ ดังภาพที่ 2 ภาพที่ 3 และภาพที่ 4 ดังนี้



ภาพที่ 2-2 แสดงบทเรียนแบบแตกสาขาเพื่ออธิบายคำตอบ

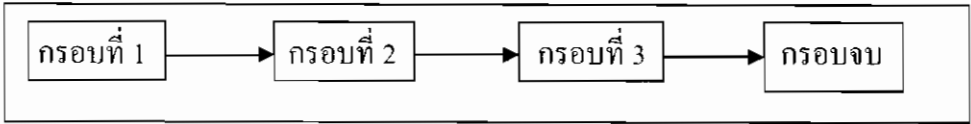


ภาพที่ 2-3 แสดงบทเรียนแบบแตกสาขาเพื่อซ่อมเสริม



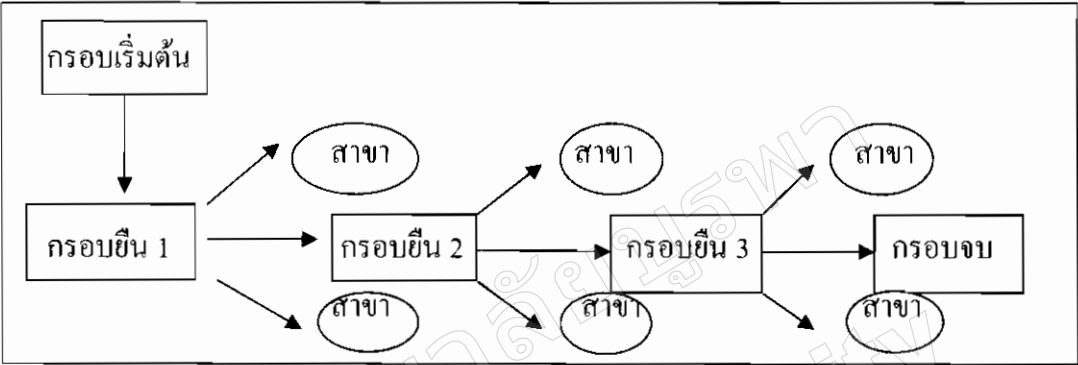
ภาพที่ 2-4 แสดงบทเรียนแบบแตกสาขาชนิดเข้ากรอบได้
บุญเกื้อ กวรหาเวช (2543, หน้า 46-50) ได้กล่าวถึงชนิดของบทเรียนโปรแกรมไว้
เช่นกัน ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้นหรือเส้นตรง (Linear Programme) บทเรียนชนิด
นี้จะจัดลำดับเนื้อหาบรรจุลงในกรอบ ตามลำดับจาก กรอบที่ 1 กรอบที่ 2 กรอบที่ 3 ไปจนครบ
ผู้เรียนจะต้องเรียนเรียงตามลำดับที่แต่ละกรอบต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ ตั้งแต่กรอบแรกจนถึงกรอบ
สุดท้าย จะข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ แต่คนเก่งสามารถจะเรียนจบ ได้เร็วกว่าคนที่เรียนอ่อน
บทเรียนแบบเชิงเส้นนี้ทำได้ง่าย แต่ละกรอบจะบรรจุเนื้อหาบ่อย ๆ ต่อเนื่องกันไปตามลำดับ



ภาพที่ 2-5 บทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง

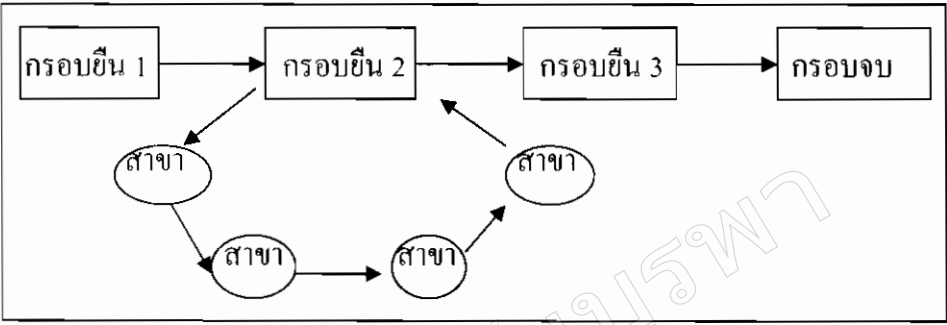
2. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (Branching Programme) เป็นบทเรียนที่มีการจัดเนื้อหาเป็นกรอบ ๆ เช่นเดียวกับแบบเชิงเส้น แต่จะมีกรอบย่อย ๆ แดกออกมาจากกรอบหลักเป็นกรอบสาขา มีประโยชน์สำหรับให้ความรู้พื้นฐานเพิ่มเติมแก่ผู้เรียนที่ยังมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอที่จะเรียนในกรอบต่อไป ผู้เรียนทุกคนไม่จำเป็นจะต้องเรียนทุกกรอบ คนเรียนเก่งจะเรียนจบเร็วกว่าคนเรียนอ่อน เพราะไม่ต้องเสียเวลาแวะเรียนตามกรอบสาขาย่อย ๆ



ภาพที่ 2-6 บทเรียนโปรแกรมแบบแตกสาขา

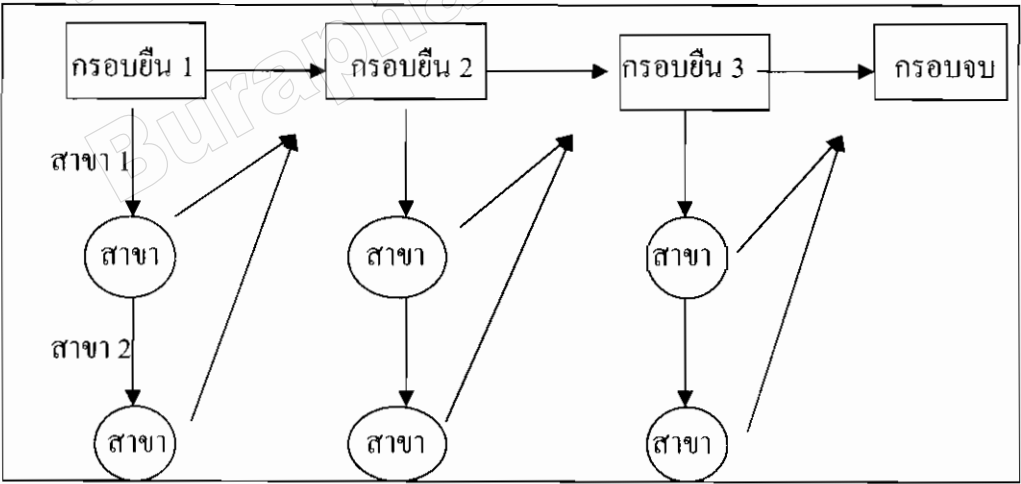
บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาที่เป็นแบบเรียน จะไม่มีการจัดหน้าเรียงตามเนื้อเรื่องแบบหนังสือหรือตำราทั่วไป ผู้เรียนต้องเปิดอ่านตามหน้าที่แบบเรียนกำหนดให้ ถ้าเป็นบทเรียนโปรแกรมที่ใช้กับเครื่องสอน ผู้เรียนจะถูกสั่งให้กดปุ่มต่าง ๆ ที่มีหลายปุ่ม เพื่อเลือกคำตอบที่ถูก เครื่องสอนจะมีการบังคับด้วยกลไกอัตโนมัติให้เลื่อนไปที่ละกรอบ อาจจะเป็นกรอบหลักหรือกรอบสาขาตามแต่ที่บทเรียนได้กำหนดเอาไว้ ผู้เรียนจะเห็นกรอบต่าง ๆ ปรากฏบนจอที่อยู่กับเครื่องนั้นและเครื่องก็จะทำหน้าที่นับจำนวนข้อที่ผิดและถูกให้ผู้เรียนได้ทราบด้วย

บทเรียนแบบสาขานี้ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้รายละเอียดแต่ละขั้นตอนได้เป็น
อย่างดี แต่การสร้างค่อนข้างจะยากกว่าแบบแรก บทเรียนแบบสาขาที่สร้างได้ดีจะสามารถช่วย
ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี การสร้างบทเรียนแบบนี้มีวิธีการแตกสาขาได้หลายลักษณะด้วยกัน ได้แก่



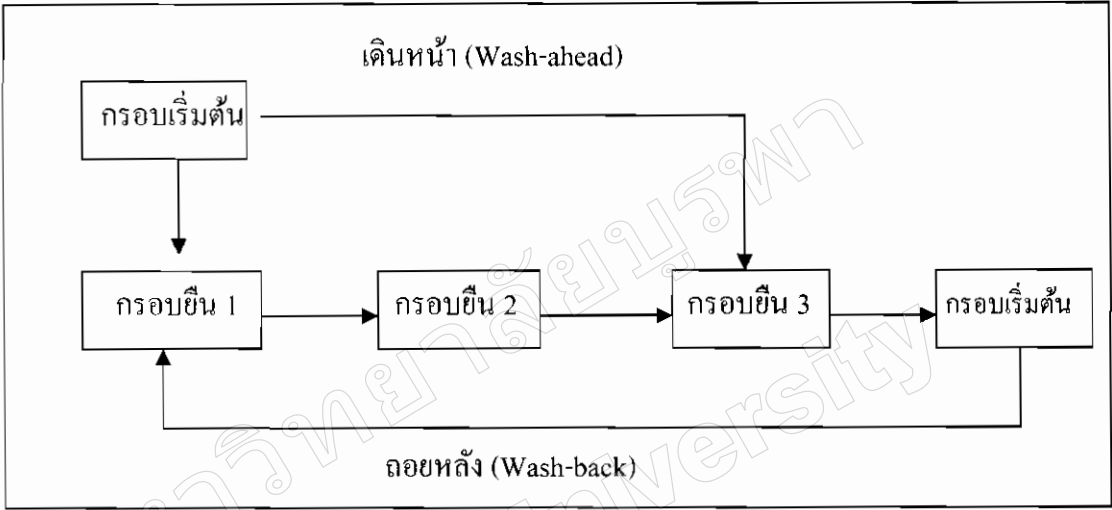
ภาพที่ 2-7 การแตกสาขาลักษณะลักษณะ Remedial Loops

การแตกสาขาลักษณะ Remedial Loops นี้มีลักษณะเป็นบ่วงแตกสาขาไปแล้วจะวกกลับ
มาสู่กรอบขึ้นเดิม แล้วจึงค่อยเรียนกรอบต่อไป จำนวนสาขาในบ่วงจะมีตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป



ภาพที่ 2-8 การแตกสาขาลักษณะ Secondary Tracks

บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่สร้างในลักษณะ Secondary Tracks นี้ ผู้เรียนจะเรียนในกรอบยี่นที่ 1 แล้วตอบคำถาม ถ้าผ่านก็สามารถไปเรียน ในกรอบยี่นที่ 2 ได้เลย แต่ถ้าตอบผิด จะต้องแวะไปเรียนในสาขาที่ 1 ก่อน ถ้าผ่านได้ก็ไปเรียนในกรอบยี่นที่ 2 แต่ถ้ายังตอบผิดอีกก็ต้อง แวะไปเรียนกรอบสาขาที่ 2 ให้ผ่านก่อนเรียนลักษณะนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ



ภาพที่ 2-9 การแตกสาขาลักษณะ Gate Frame

การแตกสาขาในลักษณะ Gate Frame เป็นการแตกสาขาข้ามกรอบยี่นหลาย ๆ กรอบ เมื่อเข้าใจกรอบเริ่มต้นแล้ว และถ้าเกิดปัญหาไม่สามารถจะเรียนต่อไปได้ ก็จำเป็นต้องถอยหลังกลับมาเรียนในกรอบยี่นที่ 1 อีกครั้ง เพื่อเสริมสร้างความรู้ที่เป็นพื้นฐาน ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบ

บทเรียนโปรแกรมนอกจากแบบเชิงเส้นและแบบสาขาแล้ว ยังอาจจะมีแบบอื่น ๆ ที่แตกย่อยออกไปอีก เช่น บทเรียนหรือตำราที่มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราชใช้อยู่ในปัจจุบันนี้เป็นบทเรียนโปรแกรมแบบไม่แยกกรอบบทเรียนชนิดนี้จะเสนอเนื้อหาที่ละน้อยตามลำดับขั้น แต่ไม่อยู่ในลักษณะของกรอบเหมือนสองชนิดแรก เนื้อหาที่เสนอจะต่อเนื่องกัน เหมือนการเขียนบทความหรือตำรา แต่ที่สำคัญก็จะต้องมีคำถามหรือแนวตอบไว้ให้ตรวจสอบได้ทันทีที่ตอบคำถามเสร็จ

บทเรียนโปรแกรมอาจจะถูกนำเสนอในรูปของสื่อประสม (Multimedia Programmed Instruction) อื่น ๆ นอกเหนือจากสิ่งพิมพ์หรือเครื่องสอน ได้แก่ สไลด์ประกอบคำบรรยายแบบโปรแกรม ภาพชุดโปรแกรม ชุดการสอน หรือ ชุดการสอนทางไกล เป็นต้น

4. ลักษณะของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมมีลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้ (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 35-36)

1. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถวัดได้
 2. เนื้อหาหรือเรื่องที่จะให้เรียนรู้ แบ่งเป็นหน่วยย่อย ๆ เรียกว่ากรอบบทเรียน ความสั้นยาวของแต่ละกรอบแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม
 3. จัดเรียงลำดับกรอบบทเรียนต่อเนื่องกัน เริ่มจากง่ายไปหายากและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน มีการทบทวนให้ผู้เรียนทดสอบการเรียนรู้ของตนเองตลอดเวลา
 4. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้เนื้อหาและทักษะจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ในกรอบ
 5. เป็นการเรียนรู้ที่มีการให้ข้อมูลย้อนกลับจากผลการทดสอบทันทีโดยสามารถตรวจสอบคำตอบจากคำตอบด้วยตัวเองซึ่งในบางข้ออาจมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ด้วย
 6. มีการเสริมแรงแก่ผู้เรียนในขั้นตอนสำคัญเป็นระยะ เช่น คำชม การที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองทำได้ถูกต้องแล้ว เป็นต้น ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ต่อไป
 7. ไม่จำกัดเวลาเรียน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาในการเรียนรู้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล
 8. มีการวัดประเมินผลแน่นอน ซึ่งจะทั้งการทดสอบย่อยระหว่างเรียน ทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนรู้ให้เห็นอย่างชัดเจน
- บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 43-45) ได้กล่าวว่าบทเรียนโปรแกรมจะมีลักษณะสำคัญ ๆ ดังนี้

1. มีการกำหนดวัตถุประสงค์เอาไว้อย่างชัดเจน สามารถวัดได้จริงหรือที่เรียกว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. เนื้อหาวิชาจะถูกแบ่งออกเป็นหน่วยเล็ก ๆ หรือย่อย ๆ แล้วนำมาจัดลำดับ แต่ละขั้นย่อย ๆ นั้นเรียกว่า กรอบ (Frame) แต่ละกรอบอาจมีความสั้นยาวแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม
3. จัดเรียงลำดับกรอบของบทเรียนเอาไว้ต่อเนื่องกัน จากง่ายไปหายากและเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน มีการย้ำทวนและให้ผู้เรียนได้ทดสอบตนเองอยู่ตลอดเวลา
4. ผู้เรียนมีโอกาสตอบสนองหรือมีส่วนร่วมในการเรียน จากกิจกรรมต่าง ๆ กำหนดไว้ในกรอบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและมีทักษะในเรื่องที่เรียน
5. มีการให้ข้อมูลย้อนกลับทันที ผู้เรียนสามารถตรวจสอบคำตอบด้วยตนเองได้ทันที

จากคำเฉลย และอาจจะมีคำอธิบายเพิ่มเติมให้ด้วย

6. มีการเสริมแรงทุกระยะขั้นตอนที่สำคัญ ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและต้องการเรียนต่อไป การเสริมแรงนี้อาจอยู่ในรูปของคำชมหรือการที่ผู้เรียนรู้ว่าตนเองทำได้ถูกต้องแล้ว

7. ไม่จำกัดเวลาในการเรียน ผู้เรียนสามารถใช้เวลาเรียนได้ตามความสามารถของแต่ละคน คนอ่อนอาจใช้เวลามากกว่าคนเก่ง แต่ก็สามารถเรียนสำเร็จได้เช่นกัน

8. มีการวัดผลที่แน่นอน คือ มีทั้งการทดสอบย่อยในระหว่างที่เรียน ทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อวัดความก้าวหน้าในการเรียนให้เห็นอย่างชัดเจนด้วย

5. การสร้างบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 51-55) ได้กล่าวถึง หลักการสร้างบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

การสร้างบทเรียนโปรแกรมมีลักษณะคล้าย ๆ กับการวางแผนการสอนตามปกตินั่นเอง คือ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนใหญ่ ๆ ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน

2. การดำเนินเรื่องหรือการสอน เป็นกระบวนการให้ความรู้แก่ผู้เรียนซึ่งในเวลาที่เราสอนตามปกติ เราอาจจะใช้สื่อต่าง ๆ ตามความเหมาะสม ในบทเรียนโปรแกรมนี้ก็เช่นกัน ผู้สร้างจะต้องวางแผนให้ผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมในการเรียนหรือตอบสนองกิจกรรม สื่อการเรียนอะไรบ้าง เช่น อาจให้วาดภาพระบายสี ตอบคำถาม รวมทั้งการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ประกอบ ในขณะที่เขาเรียนจากบทเรียนของเรา

3. การสรุปและประเมินผล ก็เหมือนกับที่ครูเป็นผู้สอนเองแต่ฝึกกันที่ครูสอนเองนั้น ครูเป็นฝ่ายพูด ผู้เรียนเป็นฝ่ายฟัง ส่วนบทเรียนโปรแกรมนั้น ผู้เรียนจะเรียนโดยการอ่านหรือฟังจากเทปบันทึกเสียง ภาษาที่ใช้ในบทเรียนโปรแกรมจะต้องเป็นภาษาที่เข้าใจได้ง่าย มีอารมณ์ขันบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความคุ้นเคยไม่เบื่อหน่ายเหมือนกับการอ่านหนังสือทั่วไป

วิธีการสร้างบทเรียนโปรแกรม มีขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอน คือ

1. ขั้นการวางแผน
2. ขั้นดำเนินการ
3. ขั้นการนำไปใช้
1. ขั้นการวางแผน

ในขั้นการวางแผนนี้ เป็นขั้นที่สำคัญมาก ผู้สร้างจะต้องพิจารณาตัดสินใจให้ดีเสียก่อนว่าจะเลือกเรื่องใด วิชาใด มาสร้างจึงจะเหมาะสมซึ่งควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.1 เนื้อหาวิชานั้นควรจะเป็นเรื่องที่คงตัวหรือเป็นหลักในการสอนตลอดไป

1.2 เนื้อหาวิชานั้นเคยมีใครนำมาทำเป็นบทเรียนโปรแกรมหรือยัง ถ้าเคยมีคนเคยทำแล้วก็ไม่จำเป็นต้องเสียเวลาทำซ้ำ

1.3 สามารถสร้างเสร็จได้ภายในเวลาที่กำหนด

1.4 ผลที่ได้จะคุ้มกับการลงทุนหรือไม่ อาจพิจารณาถึงผลการเรียนที่จะได้รับ และจำนวนนักเรียนที่ใช้ด้วย

1.5 สามารถช่วยลดภาระของครูในการสอน และลดเวลาในการฝึกการเรียนรู้ของนักเรียนหรือไม่

1.6 เมื่อสร้างแล้วสามารถจะวัดผลได้ตามความต้องการหรือไม่

เมื่อตัดสินใจเลือกเนื้อหาที่จะนำมาสร้างบทเรียนโปรแกรมได้แล้วจะต้องพิจารณาต่อไปอีกว่า จะสร้างแบบใดจึงจะเหมาะสม ควรเป็นแบบเชิงเส้นหรือแบบสาขาจึงจะดี และจะสร้างในรูปแบบใด เช่น สิ่งพิมพ์ การ์ตูน สไลด์ फिल्मสตริป ภาพยนตร์ หรือ โทรทัศน์ เป็นต้น

2. ขั้นตอนในการ

2.1 ศึกษาหลักสูตรรวมทั้งประมวลการสอน เพื่อจะได้สร้างบทเรียนได้ตรงกับเนื้อหา ระดับและจุดประสงค์ที่หลักสูตรได้กำหนดไว้

2.2 กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้าง โดยอาศัยข้อมูลจากหลักสูตรและความต้องการของผู้เรียนเป็นหลัก จุดมุ่งหมายนี้ควรมีทั้งจุดมุ่งหมายทั่วไปที่กล่าวเอาไว้กว้าง ๆ และจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ที่กระทำได้สามารถจะจัดในสิ่งที่ต้องการจะวัดได้

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา โดยการนำเอาเนื้อหาทั้งหมดที่จะสร้างมาแตกเป็นหัวข้อย่อย ๆ อย่างละเอียด แล้วนำมาเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยการใช้วิธีวิเคราะห์ (Task Analysis) หรือการพิจารณาว่าการที่จะให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จะต้องต้องเรียนผ่านขั้นตอนหรือหัวข้อย่อย ๆ ใดบ้าง ตามลำดับขั้นสุดท้ายที่ต้องการนั่นเอง เช่น เรื่องการคูณเลขสองหลักด้วยเลขสองหลัก ผู้เรียนจะสามารถทำได้ จะต้องมีความสามารถในการนับเลขก่อน คือ

- ต้องนับเลข 1-10,000 ได้
- ต้องเขียนเลข 1-10,000 ได้
- ต้องคูณเลขหลักเดียวกันเป็น
- ต้องบวกเลขทั้งที่มีตัวทดและไม่มีตัวทดได้

2.4 สร้างแบบทดสอบ จะต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ตั้งเอาไว้
แบบทดสอบนี้ อาจนำไปใช้ทั้งการสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

ด้วยก็ได้ ถ้าแบบทดสอบนั้นสามารถสร้างได้อย่างมีความเชื่อมั่นสูง ถ้าไม่ใช้ฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบหลังเรียนก็จะต้องมีเนื้อหาเดียวกับแบบทดสอบก่อนเรียน แต่อาจจะแตกต่างกันในเรื่องวิธีการหรือข้อความเท่านั้น

2.5 ลงมือเขียน การเขียนบทเรียนโปรแกรมควรจะคำนึงถึงหลักการ ต่อไปนี้

2.5.1 เนื้อหาย่อย ๆ ในแต่ละหน่วย ย่อมจะนำไปเกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยถัดไป

2.5.2 เนื้อหาหรือคำอธิบายจะต้องเป็นที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้อย่างดี

2.5.3 ช่วยให้ผู้เรียนสัมฤทธิ์ผลในการเรียนมากที่สุด

2.5.4 เนื้อหาในแต่ละหน่วยควรจะพาถึงหน่วยเดิมด้วย เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้ว

2.5.5 มีการชี้แนวทางหรือแนะให้ผู้เรียนตอบคำถามได้อย่างถูกต้องตามความเหมาะสม โดยอาจจะให้กฎเกณฑ์และตัวอย่างมากพอให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้อย่างดี มีการให้คำแนะนำมาก ๆ แล้วค่อยลดลง (Fading) หรืออาจจะแนะโดยการเปรียบเทียบความคิดหรือสิ่งที่เหมือน ๆ กันก็ได้ ทั้งนี้ อาจจะใช้กรอบแรกเป็นกรอบแนะนำแนวทางในกรอบต่อไป

2.5.6 มีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนได้ทราบทันทีด้วย เพื่อเป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนต้องการเรียนต่อไป แต่บางกรอบอาจจะไม่จำเป็นต้องมีคำตอบ ก็ไม่ต้องมีไว้ เช่น ในกรอบแนะนำหรือกรอบพื้นฐาน เป็นต้น การเสนอคำตอบโดยเฉพาะแบบเชิงเส้น สามารถวางไว้หลายแบบด้วยกัน เช่น ให้คำตอบอยู่หน้าเดียวกับคำถามหรืออยู่หน้าถัดไป อาจใช้ตัวอักษรหัวกลับกับคำถามเสีย หรืออาจจัดคำตอบไว้ท้ายเล่มหรือคนละเล่มเลยก็ได้ เป็นต้น

2.5.7 ภาษาและคำศัพท์ที่ใช้ ควรให้ชัดเจนเหมาะสมกับพื้นฐานความรู้เดิมของผู้เรียนด้วย

2.5.8 ความยาวของแต่ละกรอบจะต้องเหมาะสม ไม่ยาวหรือสั้นเกินไป และต้องมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยตลอด นอกจากนั้นควรมีช่องว่างให้ผู้เรียนเติมคำหรือเลือกคำตอบเอาไว้ในกรอบที่ต้องการให้ผู้เรียนตอบสนองด้วย ซึ่งจะต้องจบในตัวของมันเอง

2.6 นำออกทดลองใช้และปรับปรุงแก้ไข ควรทำ 3 ขั้นตอนด้วยกัน คือ

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 การทดลองแต่ละครั้งจะต้องบันทึกผลการทดลองเพื่อนมาปรับปรุงแก้ไขสำหรับจะนำไปทดลองในครั้งต่อไป เช่น อาจจะต้องปรับปรุงเนื้อหา เพิ่มหรือตัดบางกรอบออกบ้าง รวมทั้งการแก้ไขทางภาษาด้วย

3. ขั้นการนำไปใช้

หลังจากที่ได้ทดลองและปรับปรุงแก้ไขจนขั้นตอนดังกล่าวแล้วก็จะสามารถนำบทเรียนนั้นออกใช้กับนักเรียนทั่วไป แต่จะต้องคอยฟังผลจากผู้เรียนอยู่เสมอ เพื่อนำข้อบกพร่องมาแก้ไขต่อไปให้บทเรียนสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนั้น อำนวย เศษชัยศรี (2544, หน้า 131-132) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการออกแบบและผลิตบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียน โปรแกรม สามารถดำเนินการได้ตามลำดับดังนี้

1. **ศึกษาหลักสูตร** เมื่อต้องการทราบว่าต้องการสอนเนื้อหาอะไร ควรมีขอบข่ายแค่ไหนในระดับใด ประเภทใด เวลาที่ใช้สอน คู่มือครูอาจจะมี การสัมภาษณ์จากผู้รู้ซึ่งช่วยให้เกิดแนวคิดในการผลิตบทเรียนสำเร็จรูป

2. **กำหนดเนื้อหาวิชา และระดับชั้น** โดยพิจารณาว่าเนื้อหาที่จะนำมาผลิตเป็นบทเรียนสำเร็จรูปเป็นวิชาอะไร ใช้สอนระดับใด มีสาระมากน้อยเพียงใด มีการเปลี่ยนแปลงบ่อยหรือไม่ ถ้าล้ำสมัยเร็วเกินไปก็ไม่คุ้มกับการลงทุนผลิตเป็นบทเรียนสำเร็จรูป เนื้อหานั้นเคยมีผู้ผลิตมาแล้วหรือไม่ เพราะไม่ควรผลิตขึ้นมาซ้ำซ้อน เมื่อผลิตเป็นบทเรียนสำเร็จรูปแล้ว จะช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนและลดภาระการสอนของครูหรือไม่ ถ้าไม่ช่วยลดอะไรเลย ก็น่าจะใช้เทคนิคการสอนโดยวิธีปกติดีกว่า

3. **กำหนดวัตถุประสงค์** เป็นการกำหนดให้ทราบว่า เมื่อเรียนจบแล้ว ผู้เรียนจะรู้อะไรมีความสามารถแค่ไหน

4. **วางแผนเขตของงาน** โดยวางแผนโครงเรื่อง ลำดับเรื่องราวก่อน หลัง และป้องกันการหลงลืม เรื่องราวบางตอน

5. **วิเคราะห์เนื้อหา** เป็นขั้นตอนที่สำคัญ เพราะเป็นการแตกเนื้อหาออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ และเรียงลำดับจากง่ายไปสู่ยากโดยวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) เป็นแนวทางให้ผู้ออกแบบหรือผลิตบทเรียนสำเร็จรูปว่า จะเริ่มต้นจากที่ใด และจะไปทางใดจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่วางไว้

6. **สร้างแบบทดสอบ** เป็นการออกแบบเนื้อหาที่จะใช้ทดสอบผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียนในบทเรียนนั้น แบบทดสอบนี้จะเป็นเครื่องมือบอกให้เราทราบว่า เนื้อหาตอนใดมีประสิทธิภาพหรือไม่ ซึ่งแบบทดสอบนี้จะต้องวัดให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่วางไว้ แบบทดสอบนี้จะต้องสร้างขึ้นตาม หลักการสร้างแบบทดสอบมีการหาค่าความเชื่อมั่น

7. **เขียนบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม** ผู้ออกแบบจะต้องทราบขั้นตอนการเขียนเป็นอย่างดี ก่อนจะเขียน ต้องทำความเข้าใจกับขั้นตอนการเขียนนั้น โดยยึดโครงสร้างและขอบเขตของงานเป็นพื้นฐาน

ดังนั้น เพื่อให้สะดวกในการนำไปใช้จึงสรุปขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรมดังตารางที่ 1 ดังนี้ (สุวิทย์ มูลคำและอรทัย มูลคำ, 2545, หน้า 39)

ตารางที่ 2-1 แสดงขั้นตอนการสร้างและใช้บทเรียนโปรแกรม

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

6. ประโยชน์และข้อดีของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมมีประโยชน์ต่อการเรียนการสอนมาก พอจะจำแนกให้เห็นได้ดังนี้ (บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 56-57)

1. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเองและดำเนินไปตามความสามารถของตนคล้ายกับผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนกับครูแบบตัวต่อตัว
2. ช่วยให้ผู้ทำงานน้อยลงโดยเฉพาะเกี่ยวกับการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ครูจะได้มีเวลาในการเตรียมบทเรียนอื่นที่ยุ่งยากลึกซึ้งก้าวหน้าไปอีก
3. ผู้เรียนตอบผิดก็ไม่มีผู้เยาะเย้ย เพราะไม่มีใครเห็น เมื่อผิดก็สามารถแก้ความเข้าใจผิดของตนได้ทันที
4. สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคล
5. เป็นการแก้วิธีการศึกษาในปัจจุบันที่นิยมทำงานเป็นกลุ่มและสนใจเนื้อหาวิชาน้อยไป

6. แก้ปัญหาการขาดแคลนครู เพราะครูคนเดียวสามารถคุมนักเรียนให้เรียนจากบทเรียนโปรแกรมได้คราวละหลายสิบคน

7. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมหรือทบทวนได้ด้วยตนเอง
8. ผู้เรียนที่ขาดเรียนก็มีโอกาสช่วยตนเองให้ตามผู้อื่นทันได้
9. ครูมีโอกาสให้ความสนใจดูแลผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้มากขึ้น

ทิสนา แจมมณี (2552, หน้า 380) ได้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. เป็นวิธีสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเอง
2. เป็นวิธีสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเป็นรายบุคคลสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตน เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

3. เป็นวิธีสอนที่ช่วยลดภาระครู และช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 126) ได้กล่าวถึงข้อดีของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. เรียนตามความสามารถของแต่ละคน การสอนแบบโปรแกรมจะให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเองตามเวลาและสถานที่ที่ตนเลือก
2. การปฏิบัติและผลป้อนกลับ ผู้เรียนจะต้องมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉงในกระบวนการเรียน และจะได้รับผลป้อนกลับในทันทีสำหรับการปฏิบัติแต่ละขั้นตอน
3. ความเชื่อถือได้ การสอนแบบโปรแกรมจะให้รูปแบบของการเรียนรู้ที่เชื่อถือได้ บทเรียนส่วนมากจะอยู่ในลักษณะของสิ่งพิมพ์ซึ่งมีการพิมพ์เป็นจำนวนมากและผู้เรียนจะสามารถใช้สิ่งพิมพ์นั้นได้เหมือนกันทั้งหมด

4. ประสิทธิภาพ ผลการวิจัยจำนวนมากที่เปรียบเทียบการสอนแบบโปรแกรมกับการสอนแบบธรรมดาได้ชี้ให้เห็นว่า การสอนแบบโปรแกรมจะให้ประสิทธิภาพสูงกว่าการสอนธรรมดาอยู่เล็กน้อย โดยที่ผู้เรียนแบบธรรมดาได้คะแนน 50% ของการเรียนรู้ แต่ผู้เรียนโดยบทเรียนแบบโปรแกรมจะได้คะแนนระหว่าง 54-60%

7. ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543, หน้า 57) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. บทเรียนโปรแกรมเหมาะสำหรับเนื้อหาที่เป็นความจริงหรือความรู้พื้นฐานมากกว่าเนื้อหาที่ต้องการความคิดเห็นและความคิดริเริ่มหรือมีความลึกซึ้งมาก ๆ
2. มีส่วนทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะผู้เรียนจะเขียนเฉพาะคำตอบเป็นบางคำเท่านั้น
3. ผู้เรียนขาดการสังคมติดต่อกันและกัน
4. ภาษาที่ใช้อาจเป็นปัญหา สำหรับในบางท้องถิ่น
5. มีส่วนทำให้เด็กที่เรียนเก่งเบื่อหน่าย โดยเฉพาะบทเรียนโปรแกรมแบบเชิงเส้น
6. บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาเขียนให้คัด่อนข้างยาก

กิตานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 126) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. การออกแบบบทเรียน ต้องมีการออกแบบบทเรียนที่ดีโดยผู้เชี่ยวชาญจึงจะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพสูงสุดได้
2. ความเบื่อหน่าย การที่เรียนแบบเดียวซ้ำ ๆ กันอาจทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายในการเรียนได้
3. ขาดปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การสอนแบบโปรแกรมเป็นการสอนรายบุคคลจึงทำให้ผู้เรียนแต่ละคนต้องหมกมุ่นกับการเรียนของตนเองและไม่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอื่น ๆ ในการเรียน การเรียนในลักษณะนี้จึงไม่เหมาะสำหรับเด็กเท่าใดนักเพราะจะทำให้ขาดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมกับผู้อื่น และไม่ควรใช้การเรียนแบบนี้แต่เพียงอย่างเดียว

ทิสนา แคมมณี (2552, หน้า 380) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

1. เป็นวิธีสอนที่พึ่งบทเรียนแบบโปรแกรม หากไม่มีบทเรียนหรือบทเรียนไม่มีคุณภาพดีพอ ก็ย่อมส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. การสร้างบทเรียนให้มีคุณภาพที่ดี เป็นเรื่องที่ต้องใช้เวลาและมีความยุ่งยากในการจัดทำ ผู้สร้างจำเป็นต้องมีความรู้ ความเข้าใจในการสร้างบทเรียน
3. บทเรียนแบบโปรแกรมที่ดียังมีปริมาณน้อย บทเรียนแบบโปรแกรมที่มีคุณภาพไม่ดีพอจะไม่น่าสนใจและไม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายได้

สรุปได้ว่า ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนโปรแกรมโดยศึกษาหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เนื้อหาเรื่อง เศษส่วนของพหุนาม หลังจากนั้นจึงสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วนของพหุนาม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยในแต่ละชุดและแต่ละฉบับของบทเรียน โปรแกรมมีคำอธิบายวิธีการใช้บทเรียนโปรแกรมไว้เพื่อให้ นักเรียนได้อ่านก่อนเรียน และยังสามารถกำหนดจุดประสงค์ของบทเรียน โปรแกรมแต่ละฉบับไว้ให้นักเรียนทราบว่ามีเมื่อเรียนจบบทเรียน โปรแกรมในแต่ละฉบับแล้วนักเรียนจะได้อะไรบ้าง ในบทเรียนโปรแกรมแต่ละชุดซึ่งแยกย่อยเป็นฉบับ จะแบ่งเนื้อหาเป็นกรอบ ในแต่ละกรอบจะประกอบด้วยเนื้อหา ตัวอย่าง และแบบฝึกหัด และมีแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับ เมื่อนักเรียนได้อ่านและทำแบบฝึกหัดในบทเรียน โปรแกรมเสร็จแล้ว และทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละฉบับ ถ้านักเรียนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละฉบับไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดก็ต้องกลับไปอ่านบทเรียนโปรแกรมนั้นใหม่และทำแบบฝึกหัดเพิ่มเติมฉบับใหม่ที่คู่ขนานกับฉบับเดิมและทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนแต่ละฉบับอีกครั้งหนึ่งซึ่งเป็นการทำการเสริมบทเรียนแบบย้อนกลับ(feedback) เพื่อให้ นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการปรับปรุงแก้ไขตนเองในการเรียนนั่นเอง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม

กิดานันท์ มลิทอง (2543, หน้า 126) ได้กล่าวว่า การสอนแบบโปรแกรมสามารถใช้ได้อย่างดีในการสอนตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงในระดับผู้ใหญ่และในเกือบทุกวิชา โดยจะใช้เฉพาะบทเรียนในการสอนหรือจะใช้ร่วมกับวิธีการสอนอื่น ๆ ก็ได้ และจะใช้สอนทั้งวิชาหรือเฉพาะบางส่วนของวิชาก็ได้เช่นกัน ผู้สอนส่วนมากมักจะใช้โปรแกรมบทเรียนสั้น ๆ ในการสอนหลักการง่าย ๆ และระบบคำศัพท์ บทเรียนแบบโปรแกรมจะให้ได้ผลดีในการสอนซ่อมเสริมในลักษณะของ “ผู้ทบทวน” ให้แก่ผู้เรียนซ้ำในสถานการณ์ที่ต้องให้ความเอาใจใส่แก่ผู้เรียนเป็นรายบุคคล ซึ่งไม่สามารถทำได้ง่ายนักในห้องเรียนที่มีผู้เรียนมาก ๆ

สาโรช โสภีรักษ์ (2546, หน้า 28) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมไว้ดังนี้

ขั้นนำ

ผู้สอนที่มีวัตถุประสงค์จะใช้บทเรียนสำเร็จรูปสอน ต้องวิเคราะห์วัตถุประสงค์ของการใช้ว่าใช้ในวัตถุประสงค์ใด เช่น ใช้เพื่อเสริมเพิ่มเติม หรือใช้เพื่อแก้ปัญหานักเรียนที่เรียนช้าไม่ทันเพื่อน หรือใช้บทเรียนร่วมกับสื่อหรือกิจกรรมอื่น ๆ ก่อนที่จะให้ผู้เรียนเรียนก็ต้องอธิบายและให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการก่อน

ขั้นตอนการสอน

ให้ผู้เรียนดำเนินการเรียนจากบทเรียนสำเร็จรูปโดยที่ผู้สอนคอยควบคุมดูแลหรือคอยหาให้ ในกรณีที่ให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองที่บ้านก็ต้องทำความเข้าใจกับผู้เรียนให้ชัดเจนว่าต้องทำอย่างไรบ้าง

ขั้นสรุป

หากเป็นการใช้บทเรียนสำเร็จรูปร่วมกับสื่ออื่น ๆ ก็ต้องมีการสรุปผลการเรียนหลังจากเฉลยด้วยบทเรียนสำเร็จรูปแล้ว

ทิสนา เขมมณี (2552, หน้า 379-380) ได้กล่าวถึงเทคนิคและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนโปรแกรม

1. การเตรียมการ ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาปัญหาความต้องการและความสนใจของผู้เรียนเป็นรายบุคคล เพื่อจะได้ทราบว่าควรให้บทเรียนเรื่องอะไร แก่ใคร โดยทั่วไปการใช้บทเรียนแบบโปรแกรมมีการใช้ใน 2 ลักษณะ คือ ใช้สอนเนื้อหาสาระใดสาระหนึ่ง โดยให้ผู้เรียนศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเองตามความสามารถ อีกลักษณะหนึ่งคือการให้สอนซ่อมเสริมการเรียนตามปกติ โดยผู้เรียนที่อาจเรียนรู้ไม่ทันเพื่อน หรือสอบไม่ผ่าน ผู้สอนอาจให้บทเรียนแบบโปรแกรมแก่ผู้เรียนเพื่อไปศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง

การสอนด้วยวิธีนี้ ผู้สอนจำเป็นต้องมีบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งมีลักษณะที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งเรียกว่า บทเรียนแบบ โปรแกรม บทเรียนนี้จะเสนอเนื้อหาไปที่ละน้อย ในรูปของ “กรอบ” หรือ “เฟรม” (frame) หลังจากนำเสนอเนื้อหา/มโนทัศน์ไปแล้ว จะมีคำถามทดสอบการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถตรวจคำตอบของตนได้จากคำเฉลยที่ให้ไว้ บทเรียนแบบโปรแกรมโดยทั่วไปมี 3 ลักษณะ คือ (1) บทเรียนแบบเส้นตรง หรือที่เรียกว่า “linear program” บทเรียนแบบนี้มีการนำเสนอกรอบเนื้อหาไปตามลำดับ ผู้เรียนจำเป็นต้องศึกษาเนื้อหาและตอบคำถามไปตามลำดับที่ให้ไว้ (2) บทเรียนแบบสาขา หรือที่เรียกว่า “branching program” บทเรียนแบบนี้ต่างจากแบบเส้นตรง ตรงที่การตอบสนองของผู้เรียนจะมีผลต่อลำดับการศึกษา บทเรียนของผู้เรียน ผู้เรียนเลือกคำตอบ ก ข หรือ ค จะต้องพลิกไปศึกษาข้อคำถามที่ต่างกัน เช่น คำตอบ ก เป็นคำตอบที่ผิด คำเฉลยจะให้เหตุผลและชี้แจงว่าเหตุใดจึงผิดและให้กลับไปเลือกคำตอบใหม่ เมื่อเลือกคำตอบ ข เป็นคำตอบใหม่ ก็ต้องเปิดไปอ่านเฉลยและเหตุผล หลังจากตอบถูกแล้ว จึงจะเรียนกรอบต่อไปได้ ดังนั้นลำดับในการศึกษาบทเรียนของผู้เรียนแต่ละคนจึงอาจไม่เหมือนกัน (3) บทเรียนแบบไม่แยกกรอบ บทเรียนนี้เหมือนกับบทเรียนแบบเส้นตรง เพียงแต่ไม่เสนอเนื้อหาในรูปของกรอบ แต่จะเสนอสาระต่อเนื่องกันเป็นความเรียงต่อกันไปเรื่อย ๆ

บทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้สอนอาจเป็นบทเรียนที่มีผู้จัดทำไว้แล้ว ซึ่งปกติมักเป็น เรื่องที่เป็นปัญหาในการเรียนรู้ของเด็กจำนวนมาก บทเรียนในกรณีนี้ มักเป็นบทเรียนที่นิสิต นักศึกษา ครู อาจารย์ หรือนักวิชาการ ได้จัดทำเป็นวิทยานิพนธ์หรือผลงานวิชาการเผยแพร่ออกไป อย่างไรก็ตามผลงานในลักษณะนี้ยังมีไม่มากนักและเรื่องที่มีอยู่อาจไม่ตรงกับความต้องการของ ครูผู้สอนซึ่งมีจำนวนมาก ดังนั้นการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรมขึ้นใช้เอง จึงเป็นเรื่องที่ครูผู้สอน ควรดำเนินการ เพื่อจะได้ตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะเรื่องของตน

ในการสร้างบทเรียนแบบโปรแกรม ผู้สร้างจะต้องวิเคราะห์เนื้อหาที่จะสอนและนำ เนื้อหาสาระมาแตกย่อยและเรียงลำดับให้เหมาะสม เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ หลังจากนั้นจึงนำเสนอ เนื้อหาสาระนั้นทีละน้อยไปตามลำดับ และมีข้อคำถามที่ท้าทายความคิดของผู้เรียนและมีคำตอบ เฉลยให้ไว้ด้วย หลังจากนั้นควรมีการทดลองนำบทเรียนไปใช้กับกลุ่มย่อยแล้วปรับปรุง จากนั้นจึง นำไปใช้กับกลุ่มใหญ่ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน

2. การดำเนินการ ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบสอบก่อนเรียน และชี้แจงวิธีการเรียนจาก บทเรียนโปรแกรม ให้ผู้เรียนซักถามจนเป็นที่เข้าใจ แล้วจึงให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียน โดยผู้เรียนแต่ละ คนใช้เวลาอย่างน้อยแตกต่างกันไปได้

3. การประเมินผล หลังจากให้ผู้เรียนศึกษาบทเรียนจนจบแล้ว ผู้สอนจึงให้ทำ แบบทดสอบหลังเรียน และตรวจให้คะแนน

2. บทบาทของครูในการใช้บทเรียนโปรแกรม

สไครเวน (Scriven) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูในการใช้บทเรียน โปรแกรมในการสอน เอาไว้ดังนี้

1. คอยให้กำลังใจแก่ผู้เรียนชี้ให้เห็นประโยชน์ที่จะได้รับและคอยหาข้อมูลเพิ่มเติม จากบทเรียนให้
2. ช่วยแก้ปัญหาในการเรียนรายบุคคล
3. ให้การตอบสนองต่อปัญหาในด้านอารมณ์ ปัญหาเกี่ยวกับการขาดเรียนของผู้เรียน และอื่นๆ โดยให้การช่วยเหลือที่เหมาะสมและการควบคุมดูแลเป็นอย่างดี
4. ประเมินผลการแสดงออกของผู้เรียน โดยอาศัยการพิจารณาทุกด้าน

(บุญเกื้อ ควรหาเวช, 2543, หน้า 55-56)

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจมส์ ดับบลิว วิลสัน (Wilson, 1971, pp. 643-645 อ้างถึงใน นงนุช วิชาจารย์, 2551, หน้า 67-70) ได้จำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา ไว้ 4 ระดับ คือ

1. **ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation)** พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำที่สุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็นความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกถึงหรือจำศัพท์และคำนิยามต่าง ๆ ได้

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carryout Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

1.4 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน ซึ่งเป็นปัญหาที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่าง แต่อยู่ในขอบข่ายของเนื้อหาที่เคยเรียนมาแล้ว และความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์โดยการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

2. **ความเข้าใจ (Comprehension)** เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งได้เป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concept) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหาได้

2.3 ความเข้าใจโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) เป็นคำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหาจากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Elements from one Model to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษา

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่าน และเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a problem)

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคยเพราะคล้ายปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนแบบฝึกหัดที่นักเรียนต้องเลือกกระบวนการแก้ปัญหาและดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ยาก พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นคือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problems)

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบรูปสัญลักษณ์โครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร (Ability to Recognize Patterns, Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่องตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Ability to Solve Nonroutine Problems)

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships)

เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) เป็นความสามารถในการสร้างภาษาเพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผลโดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วมาพิสูจน์โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์ข้อพิสูจน์ (Ability to Criticize Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์อาจเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรมในการสร้างข้อพิสูจน์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องให้ผลลัพธ์ได้ในกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalizations) เป็นความสามารถในการค้นพบสูตรหรือกระบวนการแก้ปัญหา และพิสูจน์ว่าใช้เป็นกรณีทั่วไปได้

ณยศ สงวนสิน (2547, หน้า 38) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถ หรือความสำเร็จในด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหา ความสามารถในการนำไปใช้และการวิเคราะห์ เป็นต้น รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ซึ่งได้รับการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น

ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้ว่า หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาของนักเรียนในการคิดคำนวณแก้ปัญหาต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์โดยใช้ประสบการณ์ ความรู้เดิมที่มี การคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุมีผลและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง มีระเบียบแบบแผนของนักเรียนจากการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งได้รับมาจากการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้สอนได้สร้างขึ้น

องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบหลายด้านด้วยกัน อาทิ ตัวแปรทางด้านที่ไม่ใช่สติปัญญา เช่น การปรับตัว สภาพทางบ้าน ความสนใจ ความมุ่งมั่น ทักษะชีวิตที่มีต่อสถาบัน วิชาที่เรียน และผู้สอนต่างก็มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการศึกษาโดยใช้ความรู้ทางชีววิทยา สังคมวิทยา จิตวิทยา และการแพทย์ ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ประกอบด้วย (Prescott, 1961, pp. 14-16 อ้างถึงใน ปันสิภัก ดวงสินทร์, 2550, หน้า 37-38)

1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพร่างกาย ข้อบกพร่องทางกาย และบุคลิกภาพต่าง ๆ
2. องค์ประกอบทางความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดา มารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับบุตร ความสัมพันธ์ระหว่างบุตรด้วยกัน และความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ ความสัมพันธ์ของนักเรียนกับเพื่อนวัยเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สถิติปัญญา ความสนใจ เจตคติของนักเรียนต่อการเรียน

6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นความรู้เดิมของนักเรียน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจของนักเรียนในการเรียนหรือแม้แต่สภาพแวดล้อมทั้งทางบ้าน โรงเรียนและสังคม ครูผู้สอนจะต้องศึกษาองค์ประกอบต่างๆ เพื่อใช้ประกอบในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่เป็นเรื่องราวเป็นเรื่องราวที่เกี่ยวข้องกับนามธรรมเป็นส่วนใหญ่ที่ทำให้ผู้เรียนเป็นจำนวนมากไม่สามารถคิดหรือมองภาพในความคิดนั้นได้อย่างแจ่มชัด จึงขาดความเข้าใจ เรียนไม่ทันคนอื่น เกิดความเบื่อหน่าย และมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชานี้ ส่วนผู้สอนนั้นแม้ว่าจะมีความรู้ มีประสบการณ์ แต่ก็ไม่ได้นำมาใช้หรือไม่สนใจที่จะปรับปรุงให้ดีขึ้น จึงทำให้เกิดปัญหาเช่นเดียวกัน ดังนั้นอาจสรุปปัญหาใหญ่ ๆ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

(พินิจ ศรีจันทร์ดี, 2530, หน้า 125-127)

1. ปัญหาเกี่ยวกับผู้เรียน ได้แก่ ความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ทักษะของผู้เรียน ความพร้อมและความแตกต่างระหว่างบุคคล ฯลฯ
2. ปัญหาเกี่ยวกับครูผู้สอน ได้แก่ คุุชาดศรัทธาในอาชีพครู บุคลิกภาพของครู คุุชาดความสนใจในการเตรียมการสอน ครูไม่จัดหาและเตรียมสื่อการสอน คุณภาพของครูและขาดความสนใจที่จะหาความรู้ใหม่ ๆ แปลก ๆ ฯลฯ
3. ปัญหาจากสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ได้แก่ สภาพเศรษฐกิจและสภาพทางจิตใจ ฯลฯ

สิรินทิพย์ คำพุทธ (2548, หน้า 73) กล่าวว่า สาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน คือ กระบวนการจัดการเรียนการสอน การ

สร้างเจตคติ ความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะจัดหาทวิที่ที่เหมาะสม นำมาใช้ในการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียนของตน เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในด้านการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

รุ่งอรุณ บุญพวง (2551, หน้า 34) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน และการสร้างให้เกิดเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียน ข้อมเป็นสาเหตุที่สำคัญซึ่งครูผู้สอนจะต้องหาวิธีการแก้ไขให้ผู้เรียนเกิดความสนใจศึกษาเล่าเรียน และพัฒนาความสามารถในด้านต่าง ๆ ตามแต่ลักษณะของปัญหา ดังนั้นหน้าที่ของครูผู้สอนโดยตรงก็คือ ควรจัดหาเทคนิคและวิธีการที่เหมาะสมมาใช้ เพื่อจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ทำให้นักเรียนมีทักษะในการคิดคำนวณ และเสริมสร้างเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อตนเองและผู้อื่นได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม

เจตคติที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 64-66) ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดเจตคติ วิธีการส่งเสริมให้เกิดเจตคติและข้อเสนอแนะการสอนให้เกิดเจตคติไว้ ดังนี้

การสอนเพื่อให้เกิดเจตคติ

เจตคติ (Attitude) เป็นเรื่องของความรู้สึกทั้งที่พอใจและไม่พอใจ ที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละคนสนองตอบต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป

เจตคติ หมายถึง ความรู้สึก และท่าทีของคนที่มีความรู้สึกต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นความรู้สึกในทางชอบ ไม่ชอบ และมีผลทำให้บุคคลพร้อมที่จะตอบสนองต่อสิ่งนั้นตามความรู้สึกดังกล่าว

เจตคติที่บุคคลแสดงออกจึงมีทั้ง 2 ด้าน ได้แก่

1. **เจตคติทางบวก (Positive Attitude)** หมายถึง เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่ดี เป็นไปในทางบวก คือ การยอมรับโดยสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในทางชอบพอใจ ถูกใจ และเห็นว่าสิ่งนั้นมีประโยชน์
2. **เจตคติทางลบ (Negative Attitude)** หมายถึง เจตคติที่บุคคลมีต่อสิ่งต่าง ๆ ในลักษณะที่ไม่ดี เป็นไปในทางลบ คือ การไม่ยอมรับโดยสังเกตจากพฤติกรรมที่แสดงออกในทางไม่ชอบ ไม่พอใจ ไม่ถูกใจ ไม่มีประโยชน์ ไม่เห็นด้วย

ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางบวกต่อตนเอง ต่อบุคคลอื่น ๆ ต่อเพื่อน
นักเรียน ต่อการเรียน การศึกษาหาความรู้ และต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ขณะเดียวกัน
ผู้สอนก็สามารถสร้างให้ผู้เรียนเกิดเจตคติทางลบต่อสิ่งที่ไม่ถูกต้องได้ เช่น การสูบบุหรี่ การทดลอง
ยาเสพติด การเที่ยวกลางคืน การดื่มน้ำเมา และความไม่ซื่อสัตย์ เป็นต้น

วิธีการส่งเสริมให้เกิดเจตคติ

ครูผู้สอนจัดเป็นบุคคลสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอน
วิธีการส่งเสริมมีหลายวิธี แต่จะขอกกล่าวสรุปเพียง 7 วิธี ดังนี้

1. ให้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้องแก่ผู้เรียน โดยวิธีการอภิปราย หรือจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน
นำไปพิจารณาไตร่ตรอง จนเกิดการยอมรับเจตคตินั้น
2. ชักจูงให้ผู้เรียนเกิดการยอมรับ โดยการให้คำแนะนำ บอกเล่า หรือให้ความรู้เพิ่มเติม
จากที่ผู้เรียนเคยรู้มา อาจให้ชมภาพยนตร์ หรือฟังปาฐกถา เมื่อผู้เรียนเห็นประโยชน์และความสำคัญ
ก็จะยอมรับเจตคตินั้น
3. จัดกิจกรรมที่เร้าให้เกิดการยอมรับ เช่น การให้ชมภาพยนตร์ ฉูละคร หรือรูปภาพ
ผู้เรียนจะเปลี่ยนเจตคติได้ เช่น ไม่ต้องการให้ผู้เรียนรับประทานลูกกวาด ก็ให้ชมภาพยนตร์หรือดู
รูปภาพเกี่ยวกับโทษของลูกกวาด ผู้เรียนไม่อยากฟันผุฟันเสีย ก็เปลี่ยนเจตคติได้
4. ให้เข้าร่วมกิจกรรม เพื่อให้เกิดประสบการณ์ตรง ผู้เรียนได้พบ ได้สัมผัสด้วยตนเอง
ย่อมเปลี่ยนเจตคติ หรือยอมรับเจตคติใหม่ได้ เช่น การจัดเข้าค่าย ผู้เรียนจะได้ประสบการณ์ตรง
หลายด้าน มีผลต่อเจตคติที่มีอยู่
5. สร้างความประทับใจให้แก่ผู้เรียน เช่น นักเรียนที่เริ่มเข้าโรงเรียนเมื่อมาพบกับครูที่ใจ
ดี โรงเรียนที่สะอาดสวยงาม ย่อมมีเจตคติที่ดีต่อโรงเรียน
6. ส่งเสริมให้อ่านหนังสือ เพราะการอ่านหนังสือจะช่วยเปลี่ยนเจตคติได้บ้างเนื่องจาก
ผู้อ่านมักจะนำตนเองเข้าไปสวมบทบาทตัวเอกในเรื่อง ทำให้คล้อยตามแนวความคิดต่าง ๆ ถ้า
ผู้สอนจัดหนังสือที่ดีให้อ่าน ผู้เรียนย่อมได้เจตคติที่ต้องการ
7. จัดสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ให้ใหม่ เช่น ให้เข้าชมรมสร้างสรรค์สิ่งที่ดี ผู้เรียนก็จะ
ยอมรับหรือเปลี่ยนเจตคติไปดังที่ต้องการได้

ข้อเสนอแนะการสอนให้เกิดเจตคติ

1. พยายามยกตัวอย่างที่โน้มน้าวจิตใจให้ผู้เรียนมีความเห็นคล้อยตาม เช่น
นักวิทยาศาสตร์ได้พบว่า... หรือแพทย์ได้ยืนยันว่า...
2. พยายามให้ความเป็นกันเอง ความอบอุ่น และสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอน
เรื่องนั้นอย่างรื่นรมย์

3. พยายามให้ผู้เรียนได้รับความรู้จากแหล่งต่าง ๆ และจากวิทยากรหลาย ๆ คน
 4. พยายามใช้กระบวนการกลุ่มให้มาก เช่น การแสดงบทบาทสมมติ การอภิปราย การแลกเปลี่ยนข้อมูล และโครงการตัดสินใจโดยกลุ่ม เป็นต้น
 5. พยายามให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดหรือปฏิบัติจริงตามความเหมาะสม เช่น การเก็บของผู้อื่น ได้แล้วส่งคืนเจ้าของ การไม่พูดปิด การช่วยรักษาทรัพย์สินสมบัติของโรงเรียน เป็นต้น
 6. พยายามกระตุ้นและส่งเสริมการกระทำในสิ่งที่ถูกต้องและสิ่งที่ดีงาม
- กล่าวสรุปได้ว่า การสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อผู้สอน ต่อวิชาที่เรียน และต่อโรงเรียนนั้น บุคลิกภาพและวิธีการสอนของผู้สอนเป็นส่วนสำคัญ กล่าวคือ ผู้สอนต้องมีบุคลิกภาพที่เหมาะสมกับความเป็นครู ทำให้ผู้เรียนเกิดความเคารพ ศรัทธา และยินดีเต็มใจที่จะปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้สอน ส่วนวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในบทเรียนได้อย่างกระจ่างแจ้งให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง ให้ได้คิด ได้ทดลอง ได้แสดงออก สิ่งเหล่านี้มีส่วนส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีได้เช่นกัน

การวัดเจตคติหรือทัศนคติ

การวัดเจตคติหรือทัศนคติสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การทดสอบ การสังเกต การสัมภาษณ์แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงการวัดเจตคติหรือทัศนคติด้วยวิธีของลิเกิร์ต (ชาดิชาย พัทธกัญธนาคม, 2544, หน้า 100-102)

1. การวัดทัศนคติด้วยวิธีของลิเกิร์ต (LIKERT METHOD) เป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้สึกและความเชื่อของบุคคลทั้งทางบวก (Positive) และทางลบ (Negative) และให้ผู้ตอบเลือกจาก 5 ตัว โดยกำหนดเป็นคะแนนดังนี้

ทางด้านบวก กำหนดเป็นคะแนน ดังนี้

- ให้
- 1 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
 - 2 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย
 - 3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ
 - 4 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย
 - 5 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ทางด้านลบ กำหนดเป็นคะแนน ดังนี้

- ให้
- 1 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วยอย่างยิ่ง
 - 2 คะแนนเมื่อตอบว่า เห็นด้วย
 - 3 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่แน่ใจ
 - 4 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วย

5 คะแนนเมื่อตอบว่า ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบของลิเกิร์ต

1. พิจารณาให้ชัดเจนว่า จะวัดทัศนคติเกี่ยวกับเรื่องอะไร โดยกำหนดขอบเขตความหมายของทัศนคตินั้นอย่างแน่นอนชัดเจน เช่น ต้องการวัดทัศนคติของนักศึกษาต่อการทำงาน ก็ต้องกำหนดให้ชัดเจนว่า เป็นการทำงานทางด้านใด ที่ไหน ระดับใด

2. เมื่อกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งของที่จะต้องวัดอย่างแน่นอนแล้วก็สร้างข้อความ (Statement หรือ Item) ในแต่ละเรื่องขึ้นมาข้อความนั้นควรจะ

2.1 ไม่ใช่ข้อเท็จจริง (Fact) หรือเป็นความรู้ ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แต่จะต้องเป็นความรู้สึก หรือความเชื่อ หรือ ความตั้งใจที่จะทำ สิ่งใดสิ่งหนึ่ง

2.2 ข้อความที่ใช้วัด ควรจะประกอบด้วยข้อความทั้งทางด้านบวกและลบคละกัน ไปไม่ควรจะมีด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว

2.3 ข้อความนั้น ๆ จะต้องอ่านเข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน กำกวม

3. ทำการทดสอบก่อนใช้ (Pretest) โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างที่คล้ายกับประชากรที่เราจะศึกษาจริงเพื่อทำการวิเคราะห์ว่าข้อความที่เราสร้างนั้นสามารถวัดได้ตรงตามที่ต้องการ

4. การแปลความหมาย คะแนนที่ได้ จะดูจากคะแนนเฉลี่ยของกลุ่ม วิธีนี้จะได้ดีในกรณีที่ต้องการเปรียบเทียบทัศนคติที่มีต่อสิ่งใดสิ่งใดสิ่งหนึ่งระหว่างกลุ่ม หรือในกลุ่มเดียวกันก็ได้

การสร้างเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

การสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งที่ครูผู้สอนควรคำนึงถึงควบคู่กับการให้ความรู้ด้านเนื้อหาวิชา

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2531, หน้า 29-31) ได้กล่าวถึง พฤติกรรมที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ที่จะถ่ายทอดให้แก่ นักเรียนได้ มีดังนี้

1. ครูต้องมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อว่าจะได้มีแรงและกำลังใจที่จะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ นักเรียนได้

2. ครูต้องมีเจตคติที่จะศึกษานักเรียนทั้งผู้ที่มีความสามารถในการเรียนสูง และผู้ที่มีความสามารถในการเรียนต่ำ เพื่อที่จะได้ช่วยคนเก่งให้เก่งยิ่งขึ้น และพยุคนที่ยังไม่เก่งให้สามารถเรียนต่อไปได้

3. การจัดห้องเรียนให้น่าสนใจ และส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เช่น การจัดป้ายนิเทศ หนังสือ ภาพ และเกมต่าง ๆ

4. การกระทำต่อไปนี้จะช่วยสร้างเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ได้

- ใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้อยากเห็น

- ทำงานกับนักเรียนด้วยความอดทนและใจเย็น จนนักเรียนแต่ละคนประสบความสำเร็จ นักเรียนจะได้มีความมั่นใจในตนเอง
- เลือกใช้วิธีสอนและสื่อการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วม เพื่อว่านักเรียนจะได้มีความสนุกสนานในการเรียน
- ให้งานนักเรียนตามความสามารถและให้อย่างมีเหตุผล เพื่อนักเรียนจะได้มองเห็นประโยชน์และคุณค่า
- ส่งเสริมให้นักเรียนเข้าใจลักษณะโครงสร้าง และประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อจะได้มองเห็นคุณค่าและเกิดความซาบซึ้ง
- ให้นักคณิตศาสตร์เป็นการตอบสนองนักเรียนในทางบวก ไม่ใช่ทางลบ เช่น ไม่ทำโทษนักเรียนด้วยการให้ทำโจทย์คณิตศาสตร์หลาย ๆ ข้อ

บุญศรี คำชาย (2540, หน้า 163) ได้เสนอแนะการสร้างเจตคติที่ดีต่อผู้เรียนดังนี้

1. ระบุให้ชัดเจนถึงเจตคติที่ต้องการจะปลูกฝัง
2. ให้เด็กได้มีโอกาสได้พบกับตัวแบบหลาย ๆ ประเภท
3. ใช้การเสริมแรงบวกเพื่อปลูกฝังเจตคติที่ต้องการให้เข้มข้นขึ้น
4. ฝึกแสดงเจตคติที่เป็นเป้าหมายในสถานการณ์จริงหลาย ๆ สถานการณ์
5. ให้โอกาสเด็กเผชิญสถานการณ์ที่ขัดแย้งกันต่อเจตคติที่ตนยึดถือ เนื่องจากสถานการณ์เช่นนี้ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ในชีวิตจริง แต่ครูต้องร่วมอภิปราย ประเมินและชี้แนะอย่างละมุนละม่อม
6. กระตุ้นให้เด็กพูดถึงหรืออภิปรายถึงเจตคติที่เป็นเป้าหมายร่วมกัน เพื่อที่จะเข้าใจเจตคตินั้นอย่างชัดเจนก่อนการยอมรับ

ดังนั้น เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่น่าสนใจ ควรนำมาศึกษาค้นคว้า เพราะเจตคติเป็นเครื่องบ่งชี้อันหนึ่งของพฤติกรรมอันจะนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้นักเรียนบรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม

1. งานวิจัยภายในประเทศ

จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง (2541) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโปรแกรมเพื่อการสอนซ่อมเสริมเรื่องจำนวนจริงทั้ง 12 ชุดมีประสิทธิภาพโดยรวมเฉลี่ย 80/81 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน หลังจากทดสอบโดยใช้

แบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องจำนวนจริงพบว่า นักเรียนบกพร่องเกือบทุกจุดประสงค์ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างซ่อมเสริม ด้วยบทเรียนโปรแกรมทั้ง 12 ชุด ด้วยตนเอง ปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนแบบอิงเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 60/60 พบว่า นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มมีจำนวนร้อยละ 37.5 ของนักเรียนทั้งหมด

พัฒน์พงษ์ ศรีวรมย์ (2542) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง เลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

อุทัย เลื่อนลอย (2543) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85/82.5 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

ลักขณา ถึงคำภู (2544) ได้ศึกษาบทเรียน โปรแกรมเรื่องสมการและอสมการ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน โปรแกรมแบบเลือกตอบมีประสิทธิภาพ 83.60/82.50 และบทเรียน โปรแกรมแบบเติมคำ 82.75/81.25 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และค่าเฉลี่ยแบบประเมินผลผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านสื่อเท่ากับ 4.46 และ 4.48 ตามลำดับ ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบเลือกตอบและแบบเติมคำไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

เด่นศักดิ์ ดุดินนธ์ (2546) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

พิระศักดิ์ ทะวรัมย์ (2546) ได้ศึกษาผลของการใช้บทเรียน โปรแกรมสอนเสริมแบบร่วมมือกันเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องสมบัติของจำนวนนับ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเสริมแบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยบทเรียน โปรแกรมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเสริมแบบร่วมมือกันเรียนรู้ด้วยบทเรียน โปรแกรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

3. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่ พอใจในการแบ่งกลุ่มและเห็นด้วยต่อการแบ่งกลุ่มแบบละความสามารถ การเรียนเป็นกลุ่มจะทำให้มั่นใจในการเรียนมากขึ้น ด้านการมีทักษะทางสังคม นักเรียนจะเกิดทักษะทางสังคม มีการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ปรีक्षा พุดคุยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนที่เรียนเก่ง จะพยายามอธิบายเนื้อหาให้กับเพื่อนคนที่เรียนอ่อน ในการเรียนบทเรียนโปรแกรมในแต่ละชุด ทำให้ทุกคนร่วมมือกัน อภิปรายซักถามปัญหาหรือข้อสงสัยร่วมกัน เพื่อให้สมาชิกภายในกลุ่มเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน นอกจากนี้ หลังจากที่นักเรียนเรียนบทเรียนโปรแกรม โดยเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ ยังทำให้สมาชิกภายในกลุ่มเกิดความเข้าใจกันมากขึ้น การตระหนักในคุณค่าของตนเอง พบว่า นักเรียนจะมีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น พร้อมทั้งเกิดความตระหนักในตนเองว่ามีส่วนช่วยให้กลุ่มประสบความสำเร็จ นักเรียนที่เรียนเก่งจะมีความภูมิใจในตนเองที่มีส่วนช่วยเหลือให้นักเรียนในกลุ่มได้เข้าใจในบทเรียน นักเรียนปานกลางภูมิใจที่ได้ช่วยคนที่เรียนอ่อนและได้พัฒนาปรับปรุงตนเองให้ดีขึ้น สำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อน จะมีความภูมิใจที่เพื่อน ๆ ยอมรับในความสามารถของตนเองในการที่มีส่วนช่วยให้กลุ่มได้คะแนนดี

4. หลังจากใช้บทเรียนโปรแกรมสอนเสริมแบบร่วมมือกันเรียนรู้ นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนมีความคงทนในการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุชาติ สิริ (2546) ได้ศึกษาผลของการใช้บทเรียนโปรแกรมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นและความคงทนในการเรียนรู้ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า

1. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ t - test ในการทดสอบพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. การวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ t - test ในการทดสอบพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมแตกต่างจากความคงทนในการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สุนทรี คำเลิศ (2546) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป เรื่องทศนิยม วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนสำเร็จรูปเรื่องทศนิยม วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวน 12 ชุด ดังนี้ ชุดที่ 1 ความหมายและค่าประจำหลักทศนิยม (2 – 3 ตำแหน่ง) ชุดที่ 2 การเปรียบเทียบเศษส่วน ชุดที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างทศนิยมกับเศษส่วน ชุดที่ 4 การเขียนเศษส่วนที่

มีตัวส่วนเป็น 10 , 100 และ 1,000 ในรูปทศนิยม ชุดที่ 5 โจทย์ปัญหาการบวก ลบทศนิยม ชุดที่ 6 การคูณระหว่างทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งกับจำนวนนับที่มีหลักเดียว ชุดที่ 7 การคูณระหว่างทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งกับจำนวนนับที่มีสองหลักขึ้นไป ชุดที่ 8 การคูณระหว่างทศนิยมกับจำนวนนับที่เป็น 10 , 100 และ 1,000 ชุดที่ 9 การคูณระหว่างทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งกับจำนวนนับพหุคูณของ 10 , 100 และ 1,000 ชุดที่ 10 การคูณทศนิยมหนึ่งตำแหน่งกับทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง ชุดที่ 11 การคูณทศนิยมหนึ่งตำแหน่งกับทศนิยมสองตำแหน่ง ชุดที่ 12 โจทย์ปัญหาการคูณ

2. บทเรียนสำเร็จรูป เรื่องทศนิยม วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีประสิทธิภาพ 94.11/90.59 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 90/90

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

สุกชัย ศรีมันตะ (2546) ได้ศึกษาการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดเห็นและความคงทน ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรม ผลการวิจัยพบว่า

1. คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิต โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมหลังเรียน กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. คะแนนเฉลี่ยของความคงทนในการเรียนรู้กับคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. นักเรียนกลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อน มีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเลขคณิต โดยการสอนเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรม

จารุณี อนันตริยกุล (2547) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนโปรแกรมเรื่อง เศษส่วน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนราชโบริกานุเคราะห์ จังหวัดราชบุรี ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมเรื่อง เศษส่วน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 75/75 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน โปรแกรมเรื่องเศษส่วนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นอยู่ในระดับดี

วิไลวรรณ ล้มจิตรกร (2548) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร รายวิชา ค 012 คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 90.56/86.09 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร รายวิชา ค 012 คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.00

ณัฐธิดา กองม่วง (2551) ได้ศึกษาความแตกต่างระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องทศนิยมและเศษส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับสอนโดยวิธีปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมเรื่อง ทศนิยมและเศษส่วน มีค่าเท่ากับ 77.91/79.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 70/70

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องทศนิยมและเศษส่วน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมมีความแตกต่างกับการสอนโดยวิธีปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรม ($\bar{x} = 23.87$, S.D. = 1.89) สูงกว่าการสอนโดยวิธีปกติ ($\bar{x} = 20.17$, S.D. = 1.78)

3. ความคิดเห็นของนักเรียนกลุ่มทดลองต่อบทเรียน โปรแกรม เรื่องทศนิยมและเศษส่วน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

เอื้องฟ้า ยืนยง (2545) ที่ศึกษาวิจัยเรื่อง การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนซึ่งเป็นชุดเดียวกัน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .20 ขึ้นไป และได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ .83 ในการวิเคราะห์เกณฑ์มาตรฐานได้เกณฑ์เท่ากับ 85.83/86.80 และค่าดัชนีประสิทธิผล E.I. เท่ากับ 0.65

สุกัลลักษณ์ สีใส (2546) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า

1. ได้บทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “โจทย์ปัญหาสมการ” สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 7 ตอน

2. บทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสมการ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 91.43/86.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

เครือวัลย์ หาญแก้ว (2546) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องอัตราส่วนและร้อยละ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียน โดย ใช้บทเรียนการคูณ บทเรียนโปรแกรม และการสอนปกติ ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการใช้บทเรียน การคูณกับการสอนปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และการใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนการใช้บทเรียน การคูณกับบทเรียน โปรแกรมมีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

พิไลลักษณ์ หงส์มาลา (2551) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มสาระ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วนและทศนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า

1. บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและทศนิยม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 77.05/77.94 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. ค่าดัชนีประสิทธิผล มีค่าเท่ากับ 0.55

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนสำเร็จรูป เรื่อง เศษส่วนและทศนิยมอยู่ใน ระดับมาก

ชุลีพร พงศ์วิเศษ (2550, หน้า 77) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดย บทเรียนสำเร็จรูปประกอบการคูณกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยบทเรียนสำเร็จรูปประกอบการคูณ กลุ่มสาระการ เรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.23/78.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้

2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยบทเรียนสำเร็จรูปประกอบ การคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวนเต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.6890 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียนคิดเป็นร้อยละ 68.90

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการ เรียนรู้โดยบทเรียนสำเร็จรูปประกอบการคูณ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องระบบจำนวน เต็ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

จากเอกสารและงานวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียน โปรแกรมสามารถส่งเสริมกระบวนการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพได้ดี และนำมาใช้ได้กับนักเรียนทุกระดับชั้น โดยช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจที่จะศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง และเรียนรู้ได้ตามความสามารถเต็มตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ทั้งนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นได้

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University