

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีเนื้อหาสรุปได้ดังนี้

1. ความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์
2. หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
3. ความรู้เกี่ยวกับชุดการสอน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน
5. การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ความรู้เกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

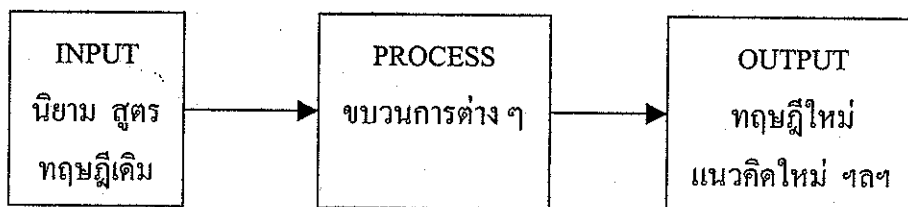
ความหมายของคณิตศาสตร์

นรารักษ์ ประจุพรหม (2542, หน้า 9 อ้างอิงจาก รวีวรรณ ชุมชัย, 2534, หน้า 8-10) ได้ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สร้างสรรค์จิตใจมนุษย์อันเกี่ยวข้องกับความคิดกระบวนการและเหตุผล คำว่า คณิตศาสตร์ ไม่ได้มีความหมายเพียงเลขคณิตซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนต่าง ๆ หรือ ไม่เกี่ยวข้องกับพีชคณิตเพียงเพื่อรูปร่างลักษณะสัญลักษณ์คณิตศาสตร์ มีความหมายมากกว่าแคลคูลัส (calculus) มากกว่าเรขาคณิตวิเคราะห์ (co-ordinate geometry) และมากกว่าหลาย ๆ วิชารวมกัน กล่าวโดยสรุปได้ว่า

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์ในการพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ อย่างมีเหตุผลว่าความคิดทั้งหลายเป็นความจริงหรือไม่ หรือเกือบจะเป็นจริง คณิตศาสตร์ทำให้คนที่รักวิชานี้กลายเป็นคนอยากรู้อยากเห็นซึ่งมาจากความมีเหตุผลในตัวของมันนั่นเอง
2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่กำหนดสัญลักษณ์ที่รัดกุม เป็นภาษาที่มีความหมายแทนความคิด เช่น สมการ $7 + 3 = 10$ พอเห็นก็ทราบความหมายทันที นอกจากนี้ การใช้อักษรแสดงความหมายแทนความคิดนี้ (i-dograms) เป็นเครื่องมือที่ใช้ฝึกสมอง ซึ่งจะช่วยให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่ยุ่งยากซับซ้อนได้
3. คณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างที่รวมความรู้ ซึ่งคล้ายกับโครงสร้างและศาสตร์อื่นเกี่ยวกับศาสนา เพราะโครงสร้างคณิตศาสตร์เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผลมีผลอยู่พร้อม สามารถพิสูจน์ได้ และยังสามารถใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ทำความเข้าใจใหม่ได้อย่างมีเหตุผลอีกด้วย

4. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เพราะมีความงดงามในตัวของมันเอง มีระเบียบมีความกลมกลืน นักคณิตศาสตร์ได้พยายามแสดงออกถึงค่าสูงสุดของความคิด และความสัมพันธ์ ตลอดจนสิ่งใหม่ๆ ที่เราศึกษาในสิ่งท้าทายความคิดสร้างสรรค์อย่างยิ่ง

5. คณิตศาสตร์เป็นการศึกษาเกี่ยวกับระบบ ซึ่งหมายความว่า การคิดจะต้องมีความคิดอย่างเป็นระบบ อยู่ในแบบแผน มีขบวนการ มีผลผลิตซึ่งเกิดจากสิ่งที่บรรจุเข้าไป เขียนแผนผังง่าย ๆ ได้คือ ระบบคณิตศาสตร์มีลักษณะ ดังนี้



ภาพที่ 1 แผนผังระบบคณิตศาสตร์

ฉวีวรรณ กิรติกร (2537, หน้า 5) ได้สรุปความหมายของคณิตศาสตร์ในแง่ต่าง ๆ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดคำนวณ
2. คณิตศาสตร์หมายถึงสิ่งที่เรียนรู้หรือความรู้
3. คณิตศาสตร์เป็นเรื่องราวที่เกี่ยวกับตัวเลข เป็นศาสตร์ของการคิดคำนวณและการวัด

มีการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นภาษาสากลเพื่อเป็นการสื่อความหมายและเข้าใจกันได้

4. เป็นเครื่องมือที่แสดงความคิดที่เป็นระเบียบมีเหตุ มีผล มีวิธีการและหลักการที่แน่นอน และมีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง

สุรัช ขวัญเมือง (2532, หน้า 3-7) ได้ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นคำที่แปลมาจาก mathematics หมายถึง สิ่งที่เราเรียนรู้หรือความรู้ นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของคณิตศาสตร์ว่า คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่แสดงความคิดที่เป็นระเบียบ มีเหตุผล มีวิธีการและหลักการที่แน่นอนเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้มีผู้ที่พยายามรวบรวมแนวคิดต่าง ๆ เกี่ยวกับความหมายของคณิตศาสตร์เข้าเป็นหมวดหมู่ได้ดังนี้

1. กลุ่มแบบแผน แนวความคิดของกลุ่มแบบแผนนี้ถือว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีการสร้างแบบแผน มีสัญลักษณ์ที่มีความหมายสมบูรณ์ในตัวเอง เพื่อใช้สื่อความหมายให้เป็นที่เข้าใจตรงกัน

2. กลุ่มสัญชาตญาณ แนวความคิดของกลุ่มสัญชาตญาณนี้ถือว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่เน้นความจริง การที่ข้อความทางคณิตศาสตร์จะสรุปได้ว่าเป็นจริงหรือไม่ ย่อมขึ้นอยู่กับข้อสมมุติ

หรือสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ส่วนสัญลักษณ์ที่ใช้ประกอบข้อความทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นภาษาคณิตศาสตร์ การที่ข้อสมมุติหรือสมมุติฐานจะเป็นจริงหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความจริง ขึ้นอยู่กับการนำสมมุติฐานนั้นไปใช้และขึ้นอยู่กับเงื่อนไขที่กำหนด ถ้าเงื่อนไขเปลี่ยนไปความจริงของสิ่งนั้นก็ย่อมเปลี่ยนไปด้วย จึงไม่มีสิ่งใดที่เป็นจริงสมบูรณ์จะเป็นจริงในสถานการณ์หนึ่ง ๆ เท่านั้นและจากแนวคิดนี้มีผลทำให้มีการพิสูจน์ทางอ้อมเพื่อทดสอบความจริงในเรื่องนี้

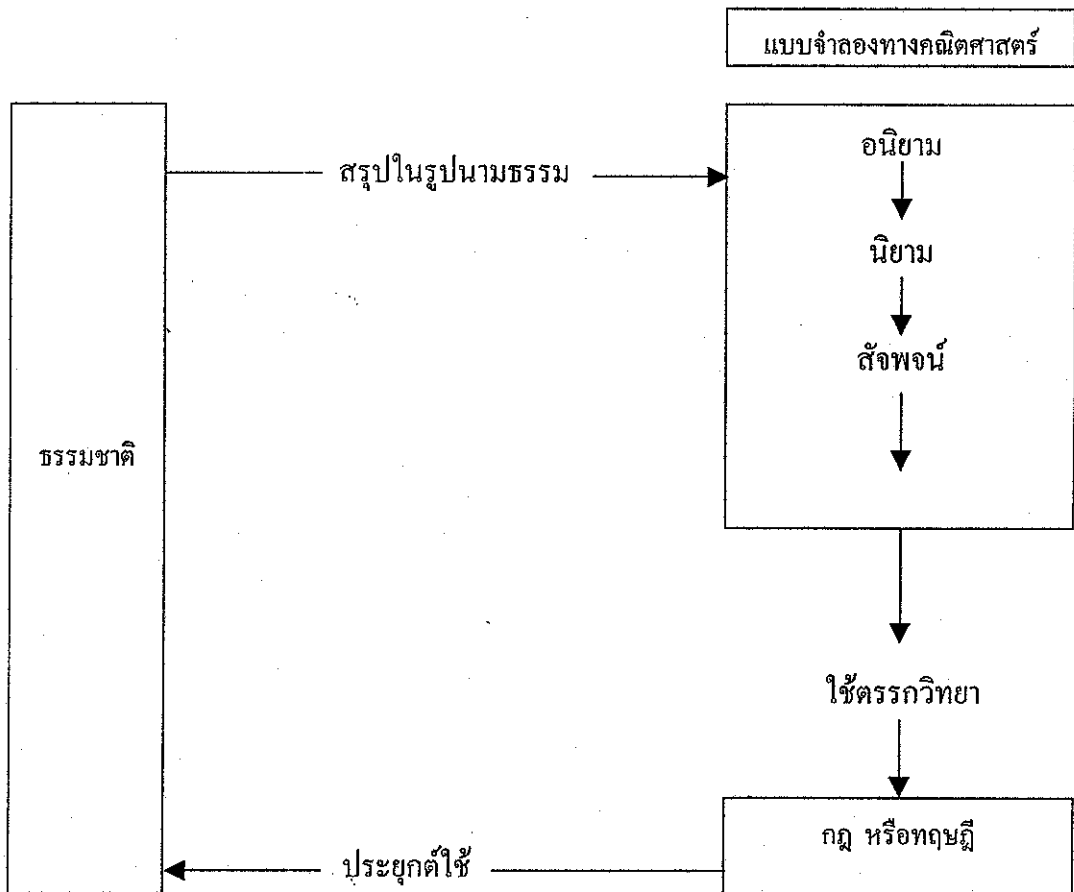
3. กลุ่มตรรกศาสตร์ แนวความคิดของกลุ่มนี้ถือว่าแนวคิดทางคณิตศาสตร์นั้นย่อมเกิดขึ้นตามหลักการทางตรรกศาสตร์ ตรรกศาสตร์สัญลักษณ์จึงทำหน้าที่สร้างรากฐานและโครงสร้างให้เกิดเป็นทฤษฎี รากฐานของทฤษฎีทางคณิตศาสตร์นั้นมาจากตรรกศาสตร์และแนวความคิดนี้มีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อการเปลี่ยนแปลงไปสู่คณิตศาสตร์ปัจจุบัน

จะเห็นได้ว่าคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กลุ่มดังกล่าวมีแนวความคิดร่วมกัน ได้แก่ ความจริงที่เป็นพื้นฐานของทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แต่สิ่งที่แตกต่างกันนั้น คือการกำหนดสถานการณ์ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอกของความจริง อย่างไรก็ตามการสอนคณิตศาสตร์ให้แก่เด็ก ถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมาก

ธรรมชาติและลักษณะของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญต่อมนุษย์มากในแง่ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน เป็นวิชาหลักและเป็นรากฐานไปสู่วิชาการอื่น ๆ อีกมากมาย ธรรมชาติของคณิตศาสตร์มีดังนี้ (สุรชัย ขวัญเมือง, 2532, หน้า 3-4)

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดรวบยอด (concept) ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เป็นการสร้างความคิดอันหนึ่งให้เกิดขึ้น ความคิดรวบยอดนี้เป็นการสรุปข้อคิดที่เหมือนกัน อันเกิดจากประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เช่น ของสองหมู่ถ้าจับคู่กันหนึ่งต่อหนึ่งได้พอดีแสดงว่ามีจำนวนเท่ากัน
2. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง โครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์ในรูปที่สมบูรณ์แล้วจะเริ่มด้วยธรรมชาติ ซึ่งอาจจะเป็นทางฟิสิกส์ ชีววิทยา เศรษฐศาสตร์ จิตวิทยา ธุรกิจ ฯลฯ เราพิจารณาเนื้อหาเหล่านี้และสรุปในรูปนามธรรม สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเนื้อหา นั้น ๆ แบบจำลองนี้ประกอบด้วยอนิยาม (undefined term) นิยาม (defined) และสัจพจน์ (axiom หรือ postulate) จากนั้นเราจะใช้ตรรกวิทยาสรุปผลเป็นกฎหรือทฤษฎี แล้วนำผลเหล่านั้นไปประยุกต์ในธรรมชาติต่อไป การที่เราทำดังนี้ก็เพื่อจะทำให้เข้าใจธรรมชาติได้ดีขึ้น ค้นพบความสัมพันธ์ใหม่ ๆ ซึ่งอาจจะช่วยเราในการควบคุม วางแผนและดำเนินการพัฒนาบุคคลและสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น ดังแผนภูมิโครงสร้างของคณิตศาสตร์



ภาพที่ 2 แผนภูมิโครงสร้างของคณิตศาสตร์

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่แสดงถึงความงดงามของสัมพันธ์ภาพและตรรกวิทยา คือทุกขั้นตอนจะเป็นเหตุเป็นผลต่อกัน มีความสัมพันธ์กันอย่างแยกไม่ออก ถ้าเด็กได้เข้าใจได้เห็นความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้วเด็กจะเรียนคณิตศาสตร์ได้อย่างเพลิดเพลินไม่เบื่อหน่าย ทำให้เป็นคณิตกรวิชานี้กลายเป็นคนอยากรู้ อยากเห็น ซึ่งเป็นผลอันเนื่องมาจากความมีเหตุผลนั่นเอง

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้สัญลักษณ์ คณิตศาสตร์จะกำหนดสัญลักษณ์เพื่อใช้เป็นสื่อความหมายที่มีลักษณะเช่นเดียวกับภาษาอื่น ๆ เช่น $5 - 2 = 3$ ทุกคนจะมีความเข้าใจว่าหมายถึงอะไร และคำตอบที่ได้จะเป็นอย่างเดียวกัน นอกจากนี้สัญลักษณ์ยังใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกสมอง ซึ่งสามารถช่วยให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การพิสูจน์ที่ยุ่ยากซับซ้อน

คณิตศาสตร์มิได้มีความหมายเพียงแค่ตัวเลขหรือสัญลักษณ์แต่มีธรรมชาติที่ลึกซึ้งซึ่งสรุปสาระได้ 5 ประการ (ปณัฎฐา สรเดช, 2544, หน้า 41 อ้างอิงจาก สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ, 2540, หน้า 3-5) ดังนี้

1. โครงสร้างของวิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 4 ประการคือ

1.1 อนิยาม (undefined term) หมายถึง คำที่ไม่ได้ให้ความหมายหรือคำจำกัดความ แต่สามารถเข้าใจตรงกันนักคณิตศาสตร์ได้เริ่มโครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์ด้วยกลุ่มคำหนึ่งซึ่งไม่ได้ให้ความหมายหรือคำจำกัดความโดยที่ให้เกิดลงกันว่าคำเหล่านี้เป็นที่เข้าใจอาจทำความเข้าใจตรงกันโดยใช้วิธียกตัวอย่างหรือเข้าใจได้ด้วยปฏิภาณตัวอย่างของอนิยามในวิชาคณิตศาสตร์ได้แก่ จุด เส้น เท่ากัน มากกว่า เซต ระนาบ ฯลฯ อนิยามนี้มีจำนวนน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

1.2 นิยาม (definition หรือ defined term) คือ การเอาอนิยามมาบรรยายหรือกำหนดคุณลักษณะของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น วงกลมคือเซตของจุดใด ๆ ซึ่งห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเป็นระยะเท่ากันเสมอ

1.3 สัจพจน์หรือกติกา (axioms หรือ postulate) หมายถึงประโยคหรือข้อความที่เราไม่ต้องพิสูจน์แต่ให้ยอมรับว่าเป็นจริงในเรื่องที่เราพูดกันอยู่ในชีวิตจริงเรายอมรับอะไรหลายอย่างในลักษณะที่เป็นข้อตกลงหรือกติกา เช่นยอมรับว่าการผ่าส่วเป็นบาป การแข่งขันกีฬาแต่ละชนิดมีกติกาเพื่อให้ทุกคนยอมรับโดยไม่ได้แย้ง กติกามักแสดงความสัมพันธ์ของนิยามหรือนิยามที่เป็นพื้นฐานมากจนไม่สามารถพิสูจน์ได้ เช่น เมื่อกำหนดจุดสองจุดให้ สามารถลากเส้นตรงผ่านได้เพียงเส้นเดียวหรือเส้นขนานย่อมไม่ตัดกัน เป็นต้น

1.4 ทฤษฎีบท (theorem) เป็นผลสรุปที่ได้จากข้อมูลชุดหนึ่งหรือจากเงื่อนไขที่กำหนดและสามารถพิสูจน์ได้ว่าเป็นจริง (valid) ทุกกรณี การพิสูจน์ทฤษฎีบทเป็นการให้เหตุผลทางตรรกวิทยาโดยการนำเอานิยาม กติกา หรือทฤษฎีบทที่ได้พิสูจน์แล้วไปสนับสนุนเป็นเหตุผลเพื่อแสดงว่าทฤษฎีบทนั้นเป็นจริง ความเป็นจริงทุกกรณีของทฤษฎีบทหมายถึงความสมเหตุสมผลเท่านั้น ไม่ได้หมายถึงข้อเท็จจริง (fact หรือ truth) แต่มีทฤษฎีบททางคณิตศาสตร์บางแขนงบางเรื่องที่เป็นข้อเท็จจริงทุกกรณีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกติกาคณิตศาสตร์แขนงนั้น ถ้ากติกาคือข้อเท็จจริงแน่นอน ทฤษฎีบทจัดเป็นจุดสุดยอดของโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ นักคณิตศาสตร์จะพยายามสร้างทฤษฎีบทให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ตัวอย่าง ทฤษฎีบท ได้แก่ เส้นตรงสองเส้นตัดกัน มุมตรงข้าม ย่อมเท่ากัน เป็นต้น

2. ความเป็นนามธรรม (abstract) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยนามธรรม ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากอนิยามเป็นนามธรรม ดังนั้น นิยาม กติกา ทฤษฎีบทก็เป็นนามธรรมด้วย เราใช้สัญลักษณ์แทนเช่น จำนวน (number) เป็นนามธรรม ตัวเลขเป็นเพียงสัญลักษณ์แทนจำนวน ตัวเลขจะบวก ลบ คูณ หารกันไม่ได้หากเราไม่นิยามการบวก ลบ คูณ หารให้กับตัวเลขก่อน

3. ความถูกต้องแม่นยำ (accuracy) และการกระชับรัดกุม (rigor) เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยนามธรรม ทำให้คณิตศาสตร์มีความถูกต้องแม่นยำอย่างยิ่งตัวอย่าง เช่น ถ้าเรา

แบ่งน้ำในถ้วยเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน ในเชิงฟิสิกส์เราไม่สามารถทำได้เพราะเครื่องมือของเราไม่มีความละเอียดพอไม่ว่าจะเป็นตวงชั่งหรือถ้วยตวง อีกทั้งเราไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิในขณะที่แบ่งน้ำได้ แต่ถ้าเป็นการแบ่งเชิงคณิตศาสตร์เราแบ่งน้ำนั้นได้โดยกระบวนการคิด เราสามารถแบ่งได้เท่ากันจริง ๆ นอกจากความถูกต้องแม่นยำแล้วคณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่มีความกระชับรัดกุมในด้านการใช้ภาษาและกระชับรัดกุมในการเลือกนิยามและกติกามาก นักคณิตศาสตร์ไม่นิยมใช้คำฟุ่มเฟือยเป็นเยื่อหากแต่นิยมใช้คำสั้นง่าย ได้ใจความชัดเจนและถูกต้องแม่นยำมากที่สุด ซึ่งยังรวมไปถึงความถูกต้องในการให้เหตุผลอีกด้วย

4. ความมีเหตุผล คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยเหตุผล ทุกขั้นตอนจะต้องมีเหตุผลและเหตุผลมีความสำคัญยิ่งกว่าการใช้สัญลักษณ์ คณิตศาสตร์จะตอบคำถามว่า “ทำไม” มากกว่า “อย่างไร” การคำนวณไม่ใช่เนื้อแท้ของคณิตศาสตร์ เนื้อแท้ของคณิตศาสตร์คือการพิสูจน์หรือให้เหตุผลว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น ในวิชาคณิตศาสตร์เราไม่สามารถใช้สามัญสำนึกเป็นเครื่องตัดสินหากแต่อนุญาตให้ใช้นิยาม นิยาม กติกา และทฤษฎีบทมาสนับสนุนเป็นเหตุเป็นผลว่าอะไรสักอย่างหนึ่งเป็นจริง ยิ่งระดับเป็นนามธรรมลึกซึ้งมากขึ้นเพียงใดเหตุผลก็ยิ่งมีบทบาทมากขึ้นเพียงนั้น

5. ความเป็นทั่วไป (generalization) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มุ่งหากรณีทั่วไปของสิ่งต่าง ๆ แทนที่จะหากรณีเฉพาะ ทฤษฎีบทต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ทุกสาขาเป็นตัวอย่างอันดีของความ เป็นทั่วไป เช่น มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันได้เท่ากับสองมุมฉาก ความเป็นกรณีทั่วไปของคณิตศาสตร์มีความเด่นชัดมากจนถึงกล่าวกันว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องของกระสวน (pattern) ซึ่งเป็นประจักษ์โครงใหญ่กว้าง ๆ ซึ่งจะทำให้ส่วนเฉพาะปลีกย่อยต่าง ๆ ไร้ความสำคัญโดยสิ้นเชิง อาจจะกล่าวได้ว่าความเป็นทั่วไปนี้ก้าวหน้าไปไม่มีขอบเขตสิ้นสุด

ในระดับพื้นฐานคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการปลูกฝัง อบรมให้ผู้เรียนมีคุณสมบัตินิสัย ทักษะ และความสามารถบางประการด้วย เช่น ช่างสังเกต มีเหตุผล มีระเบียบละเอียดถี่ถ้วน มีความคิดริเริ่ม มีความคิดสร้างสรรค์ และวิเคราะห์ปัญหาได้ เป็นต้น ฉะนั้น คณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญมากที่ช่วยให้เด็กดำรงชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพในสังคมปัจจุบัน และสิ่งสำคัญ คือเป็นมรดกสืบทอดต่อมาถึงเยาวชนรุ่นหลัง ซึ่ง บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529, หน้า 2) ได้สรุปลักษณะของคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เป็นเครื่องพิสูจน์ว่าสิ่งที่เขาคิดขึ้นนั้นเป็นจริงหรือไม่อย่างไร มีเหตุผล ด้วยเหตุนี้ เราจึงนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและอุตสาหกรรม และยังช่วยให้คนมีเหตุผล ใฝ่รู้ ตลอดจนความพยายามคิดค้นสิ่งแปลกใหม่ ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานของความเจริญในด้านต่าง ๆ

2. คณิตศาสตร์เป็นภาษาอย่างหนึ่ง คณิตศาสตร์เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุม และสื่อความหมายได้ถูกต้อง ใช้ตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิดซึ่งสื่อความหมายได้เข้าใจตรงกัน

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง คณิตศาสตร์จะเริ่มต้นด้วยเรื่องง่าย ๆ ซึ่งพื้นฐานนำไปสู่เรื่องอื่น ๆ มีความสัมพันธ์กันอย่างต่อเนื่อง

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีแบบแผนการคิด ในทางคณิตศาสตร์นั้นต้องคิดในแบบแผน มีรูปแบบไม่ว่าจะคิดเรื่องใดก็ตาม ทุกขั้นตอนจะตอบได้และจำแนกออกมาให้เห็นจริงได้

5. คณิตศาสตร์เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง ความงามทางคณิตศาสตร์ คือ ความมีระเบียบและความกลมกลืน นักคณิตศาสตร์ได้พยายามแสดงความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ ความคิดริเริ่มในการแสดงสิ่งใหม่ ๆ โครงสร้างใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ออกมา

นอกจากนี้ นรารักษ์ ประจุพรหม (2542, หน้า 12 อ้างอิงจาก พิสมัย ศรีอำไพ, 2533, หน้า 7) ได้เสนอลักษณะของคณิตศาสตร์ ซึ่งอยู่ในแนวใหม่ ดังนี้

1. ในเรื่องของเนื้อหา ในวิชาคณิตศาสตร์ไม่ได้สอนเฉพาะข้อเท็จจริงเพียงอย่างเดียว แต่สอนให้เด็กเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการ และโครงสร้างด้วย เช่น นอกจากจะสอนว่า $2 + 3 = 5$ แล้ว ยังชี้ให้เด็กเห็นว่า $2 + 3 = 3 + 2$ ทั้งยังถือว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งวิชาเดียวกัน ไม่มีการแบ่งแยกความรู้อะไรที่เรียนมาแล้วสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ทั้งหมด

2. ในด้านของวิธีสอน ใช้วิธีการต่าง ๆ ดังนี้

2.1 เริ่มจากวัตถุ สิ่งของที่จับต้องได้และประสบการณ์จริง เช่น ถ้าสอนเรื่อง ชั่ง ตวง วัด ต้องให้เด็กได้ชั่ง ตวง วัด จริง ๆ

2.2 ใช้วิธีนำเข้าสู่เนื้อหาต่าง ๆ กัน และมีบทประยุกต์ในสถานการณ์ที่ไม่เหมือนกัน เช่น ในการสอนว่ามุมภายในของรูปสามเหลี่ยมทั้งสามมุม รวมกันมีขนาดเท่ากับ 180 องศา บางครั้งใช้การพับกระดาษ บางครั้งใช้การให้เหตุผลอย่างมีลำดับขั้นในการสอน

3. ใช้วิธีสอนแบบบันไดเวียน นั่นคือ ไม่สอนเนื้อหาใดแล้วทิ้งไปเลย แต่สอนเนื้อหาเดียวกันในระดับต่างกัน

4. ใช้คำถามช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด และค้นพบหลักเกณฑ์ด้วยตนเอง

ความสำคัญของคณิตศาสตร์

วรรณิ โสมประยูร (2530, หน้า 228-230) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. คณิตศาสตร์มีประโยชน์ในชีวิตประจำวัน กิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การซื้อขาย การดูเวลา การนับจำนวน ล้วนต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น

2. คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจโลก คณิตศาสตร์ช่วยให้เข้าใจและรู้จักประสบการณ์ต่าง ๆ เช่น ทิศทางลม ฤดูกาล แรงดึงดูดของโลกโดยการอธิบายและคำนวณทางคณิตศาสตร์

3. คณิตศาสตร์ช่วยสร้างทัศนคติที่ถูกต้องทางการศึกษา คณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผลด้วยตนเอง รู้จักแก้ไขให้ถูกต้องเมื่อพบสิ่งที่ผิด และรู้จักนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์

4. คณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากการเรียนวิทยาศาสตร์ต้องมีความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง เพราะต้องอาศัยความสามารถในการสังเกตอย่างถี่ถ้วน การวัดที่ระมัดระวัง และคิดเลขที่ถูกต้อง

5. คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรม คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนหนึ่งที่คนรุ่นก่อนคิดสร้างสรรค์และถ่ายทอดมาสู่คนรุ่นหลัง การศึกษาคณิตศาสตร์จึงเป็นการศึกษาวัฒนธรรม อารยธรรม และความก้าวหน้าของมนุษย์

คณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่ประกอบด้วยการสังเกตการตั้งสมมติฐาน การใช้หลักปรัชญาและตรรกวิทยา มีการสังเกตและวัดออกได้เป็นปริมาณเป็นตัวเลข คณิตศาสตร์ต้องอาศัยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพราะต้องเข้าใจ ต้องสังเกต ต้องสืบเสาะหาข้อมูล มีการแยกแยะข้อมูล นำข้อมูลมาจัดระเบียบเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล รู้จักคิดและต้องใช้วิจารณญาณเพื่อหาความจริง ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันของมนุษย์ กล่าวคือช่วยฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกตมีความรอบคอบ เป็นคนมีเหตุผล ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นรู้จักโครงสร้างและระบบจำนวนพร้อมทั้งยังช่วยปลูกฝังคุณธรรมต่าง ๆ โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ วัตถุประสงค์ แนวความคิดหรือหลักการ เนื้อหาสาระ กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน การวัดผลและประเมินผล การเรียนการสอน เป็นส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะ และมีความสามารถในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้เป็นอย่างดี (ฉวีวรรณ กิริติกร, 2537, หน้า 5-9)

จากความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ดังกล่าว ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จึงควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างปกติสุขในสังคม

หลักการสอนคณิตศาสตร์และแนวทางการจัดการเรียนรู้

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529, หน้า 24-25 อ้างถึงใน นุชลดา ส่องแสง, 2540, หน้า 11-12) ได้กล่าวถึงหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. คำนึงถึงความพร้อมของเด็ก โดยครูต้องทบทวนความรู้เดิมก่อน เพื่อให้ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ต่อเนื่องกันจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่เรียนเพิ่มขึ้น

2. จัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความสนใจ ความสามารถของเด็ก
3. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนคณิตศาสตร์
4. การเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล รายกลุ่มเป็นพื้นฐานในการเรียนต่อไป

5. การสอนที่เป็นไปตามลำดับขั้นจากประสบการณ์ที่ง่ายก่อน
6. การสอนแต่ละครั้งมีจุดประสงค์ที่แน่นอน
7. เวลาที่ใช้ในการสอนควรเป็นระยะเวลาที่พอเหมาะ ไม่นานเกินไป
8. ครูจัดกิจกรรมที่ยืดหยุ่นได้ เด็กได้มีโอกาสเลือกกิจกรรมตามความพอใจและความถนัดของตนให้อิสระปลูกฝังเจตคติที่ดีต่อการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์
9. เปิดให้นักเรียนได้มีโอกาสร่วมวางแผนกับครู มีส่วนร่วมในการศึกษาค้นคว้า
10. กิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกไปพร้อมกับการเรียนรู้
11. นักเรียนอายุ 6-12 ปี จะเรียนได้ดีเมื่อตอนเริ่มเรียนครูใช้ของจริงอุปกรณ์ซึ่งเป็นรูปธรรมตามลำดับจะช่วยให้นักเรียนเรียนด้วยความเข้าใจ ทำให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ไม่ยาก
12. การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการสอนต่อเนื่อง และเป็นส่วนหนึ่งของการสอน ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด การสอบถาม และช่วยให้ทราบข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น
13. ไม่ควรจำกัดวิธีการคำนวณคำตอบของนักเรียน แต่ควรแนะนำวิธีคิดอย่างรวดเร็วและแม่นยำในภายหลัง

สมจิต ชีวปรีชา (2529, หน้า 11-16 อ้างถึงใน นุชลดา ส่องแสง, 2540, หน้า 12-13) ได้กำหนดหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้หลายประการ ดังต่อไปนี้

1. จัดให้มีการเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ ความพร้อมทางคณิตศาสตร์นับว่าเป็นพื้นฐานของการเริ่มบทเรียน และเป็นพื้นฐานที่จะเรียนบทต่อไป ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของครูจะต้องเตรียมเด็กให้มีความพร้อม
2. จัดเนื้อหาโครงสร้างของคณิตศาสตร์ให้ต่อเนื่องกันตั้งแต่ระดับประถมศึกษาถึงระดับมัธยมศึกษาหรือระดับมหาวิทยาลัย
3. การสอนเนื้อหาใหม่จะต้องเป็นประสบการณ์ และเป็นเนื้อหาต่อเนื่องกับความรู้เดิมของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเห็นความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่เพราะความถนัดความเข้าใจจากประสบการณ์เดิม จะช่วยให้ผู้เรียนมีเหตุผล ความเข้าใจและสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4. การสอนต้องมีระบบที่ต้องเรียนไปตามลำดับขั้น คณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ต้องมีระบบ ต้องเรียนไปตามลำดับขั้นตอน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและมีทักษะเบื้องต้นตามที่ต้องการ

5. ควรใช้สื่อการสอน เนื่องจากสื่อการสอนเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ เนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น รวดเร็วขึ้น เกิดการเรียนรู้ที่ถาวร

6. จัดการเรียนการสอนตามรูปธรรมไปสู่นามธรรม ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาควรเริ่มจากของจริง (concrete) ไปสู่สัญลักษณ์ (symbol)

7. ใช้สัญลักษณ์ใหม่ ๆ แทนความหมายของเรื่องราว และถ้อยคำคณิตศาสตร์ปัจจุบัน เน้นคณิตศาสตร์ในลักษณะที่เป็นนามธรรม ดังนั้นการเริ่มการสอนจะต้องให้เข้าใจเนื้อหาแต่ละเรื่องเป็นอย่างดี แล้วจึงใช้สัญลักษณ์ หรือถ้อยคำที่เป็นภาษาคณิตศาสตร์

8. ส่งเสริมให้นักเรียนค้นคว้าหาหลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง

9. ใช้วิธีอุปนัยในการสรุปหลักเกณฑ์และบทเรียนแล้วนำความรู้ไปใช้ด้วยวิธีนิรนัย

10. เน้นความเข้าใจมากกว่าการจำ

11. จัดการสอนเพื่อให้เกิดความรู้ถาวร เมื่อผู้เรียนได้แนวคิดที่ถูกต้องแล้วจึงให้ทำแบบฝึกหัด

12. มีเทคนิคในการช่วยผู้ให้เด็กเกิดความสนใจคณิตศาสตร์

13. ควรจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตร ครูเป็นผู้มีบทบาทสำคัญยิ่งในการจัดการเรียนการสอน เพราะถึงแม้ว่าผู้เรียนจะได้เรียนเนื้อหาครบถ้วนตามหลักสูตร ถ้าครูจัดการเรียนการสอนไม่สนองจุดประสงค์ของหลักสูตร ผู้เรียนก็จะได้แต่ความรู้ด้านเนื้อหา ซึ่งเป็นเพียงส่วนหนึ่งของจุดประสงค์เท่านั้น

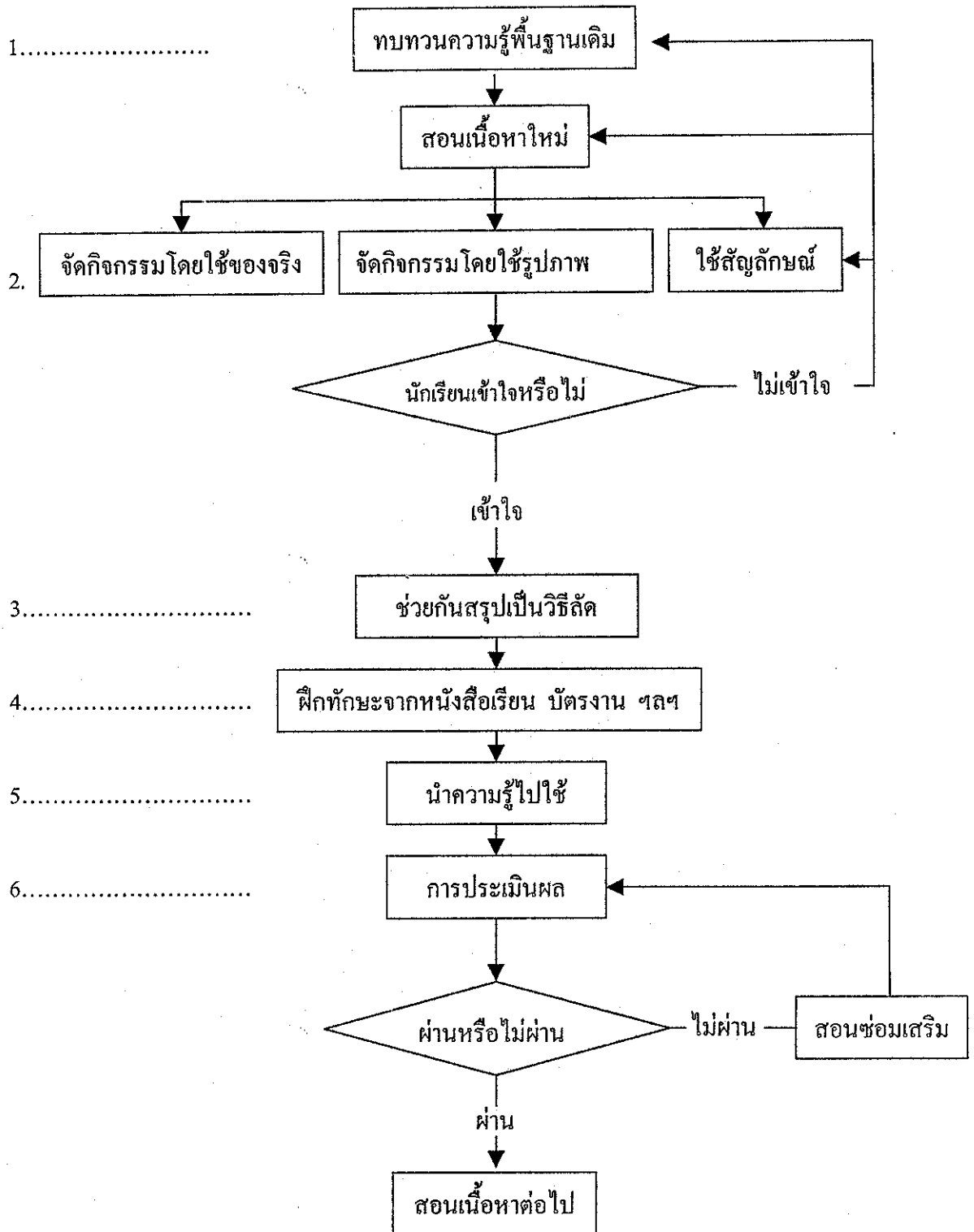
ในการจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรนั้น ครูจะต้องคำนึงถึงกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐานที่กำหนดไว้ในหลักสูตร โดยพยายามให้ผู้เรียนได้เข้าใจในหลักการของคณิตศาสตร์ควบคู่กันไปด้วย เพราะความเข้าใจในหลักการจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นต่อไป

เมื่อผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์แล้ว ครูควรจัดให้ฝึกทักษะให้เกิดความชำนาญ ถูกต้อง แม่นยำ และรวดเร็ว การฝึกทักษะมีความจำเป็นในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูจึงจำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนฝึกให้มากพอ แบบฝึกหัดควรเป็นแบบฝึกหัดที่ทำหายและน่าสนใจซึ่งอาจทำได้ในรูปของเกมปัญหาชวนคิด บัตรงาน เป็นต้น แบบฝึกหัดที่นำมาให้ผู้เรียนทำควรเป็นแบบฝึกหัดที่เริ่มจากง่ายไปหายาก เพื่อให้ผู้เรียนอยากทำและอยากฝึกต่อไป นอกจากนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรเป็นกิจกรรมที่เร้าให้ผู้เรียนสนใจ ควรยกตัวอย่างให้ผู้เรียนได้สังเกต

และสรุป ควรเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดตามลำดับเหตุผล และให้โอกาสผู้เรียนในการแสดงความคิดของตนเอง และใช้เหตุผลของตนเอง อันจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการคิด และอธิบายตามลำดับเหตุผลของผู้เรียนด้วย

กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูจัดขึ้นควรจัดให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาในหลักสูตรกับการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ ตลอดจนมีเจตคติที่ดีต่อวิชานี้ ครูควรจัดกิจกรรมโดยให้ปฏิบัติจริง หรือนำเหตุการณ์ที่ผู้เรียนประสบในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวในการจัดกิจกรรม เช่น ให้มีการแลกเงินหรือการซื้อขายที่ต้องมีการทอนเงิน จัดให้ผู้เรียนได้ชั่ง ตวง และวัดความยาว ในเรื่องการบวก ลบ คูณ และหารจำนวน เรื่องดอกเบี้ยและร้อยละ ครูควรนำโจทย์จากชีวิตประจำวันมาให้ผู้เรียนคิดเพื่อให้ได้เห็นแนวทางการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ นอกจากนี้ครูควรหาโจทย์การนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในกลุ่มประสบการณ์อื่น ๆ มาให้ผู้เรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาด้วย ประสบการณ์ดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์และเห็นแนวทางการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้กลุ่มประสบการณ์อื่นด้วย (สังวาลย์ อมรกุล, 2544, หน้า 38-39)

การจัดการเรียนการสอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2543, หน้า 5-6) ได้เสนอแนวการจัดการเรียนการสอนยังต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนในแต่ละเรื่องอาจแสดงเป็นขั้นตอนใหญ่ดังภาพประกอบ



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงการจัดกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวการสอนของ สสวท.

จากแผนภูมิการสอนจะเห็นว่า การสอนคณิตศาสตร์เป็นไปตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่นำความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนมาก่อนแล้ว มาเป็นพื้นฐานในการหาความรู้ใหม่ที่กำลังจะสอน

2. ขั้นสอนเนื้อหาใหม่ เป็นขั้นเรียนรู้เนื้อหาใหม่ซึ่งควรเริ่มจาก

2.1 การใช้ของจริง เป็นการนำสิ่งที่เป็นรูปธรรม มาจัดประสบการณ์ให้นักเรียนสามารถสรุปไปสู่นามธรรมได้

2.2 การใช้รูปภาพ ของจำลอง และสื่อต่าง ๆ เป็นการแลกเปลี่ยน เครื่องช่วยคิด จากของจริงมาเป็นรูปภาพ หรือใช้ของจำลองและสื่อต่าง ๆ

2.3 การใช้สัญลักษณ์ หลังจากที่นักเรียนเรียนรู้การใช้ของจริง รูปภาพ ของจำลอง และสื่อต่าง ๆ โดยครูเป็นผู้อธิบายการใช้สัญลักษณ์แทนสื่อต่าง ๆ เหล่านั้น

3. ขั้นสรุปหลักการคิดค้น เป็นขั้นที่ครู - นักเรียนช่วยกันสรุปหาวิธีการคิดที่เร็วกว่าการคิดปกติในรูปของสูตร ทฤษฎี กฎ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้คราวต่อไป

4. ขั้นฝึกทักษะการคำนวณ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำสูตร ทฤษฎี หรือ กฎ ที่สรุปมาฝึกทักษะการคิดคำนวณตัวเลข เพื่อให้เกิดการคิดเลขเร็ว ซึ่งอาจฝึกทักษะจากแบบฝึกหัดจากหนังสือเรียนและใบตรงาน

5. ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นโยงตัวเลขให้สัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและใช้ในวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง

6. ขั้นการประเมินผล เป็นขั้นที่ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนว่าผ่านตามจุดประสงค์หรือไม่ ถ้าผ่านก็ให้เรียนเนื้อหาต่อไป ถ้าไม่ผ่านก็ต้องสอนซ่อมเสริม

จะเห็นได้ว่า ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูจะต้องมีแนวทางในการจัดกิจกรรมที่มุ่งสนองความต้องการ ความสนใจ ตามความสามารถของนักเรียนแต่ละคนให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาโดยเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม

การจัดการเรียนรู้ของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์จะคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ การจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมต้องสอดคล้องกับวุฒิภาวะ ความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จากการฝึกปฏิบัติ ฝึกให้นักเรียนคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา กิจกรรมการเรียนการสอนต้องผสมผสานสาระทั้งทาง

ด้านเนื้อหาและด้านทักษะกระบวนการ ตลอดจนปลูกฝังคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่ดีงาม ถูกต้อง และเหมาะสมให้แก่ผู้เรียน

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของบุคคลในด้านการสื่อสาร การสืบเสาะ และเลือกสรรสารสนเทศ การตั้งข้อสันนิษฐาน การให้เหตุผล การเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานในการพัฒนาทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนพื้นฐานในการพัฒนาวิชาการอื่น ๆ ในการจัดการเรียนรู้กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์เพื่อพัฒนาคุณภาพของชีวิต และพัฒนาคุณภาพของสังคมไทยให้ดีขึ้น ผู้จัดควรคำนึงถึงความเหมาะสมและความจำเป็นในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ ความพร้อมของสถานศึกษาในด้านบุคลากร ผู้บริหาร ผู้สอน ผู้เรียน และถึงอำนวยความสะดวก

สถานศึกษาต้องจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุตามมาตรฐานการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่กำหนดไว้ในหลักสูตร นอกจากนี้สถานศึกษาสามารถจัดสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนเพิ่มขึ้นจากที่กำหนดไว้ในหลักสูตรก็ได้ การจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และมุ่งหวังให้ผู้เรียนบรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ของกลุ่มคณิตศาสตร์คำนึงถึงองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ปัจจัยสำคัญของการจัดการเรียนรู้
2. แนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. รูปแบบของการจัดการเรียนรู้

ปัจจัยสำคัญของการจัดการเรียนรู้

1. ผู้บริหาร เป็นปัจจัยหลักที่สำคัญที่จะทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ของทุกกลุ่มวิชา ผู้บริหารที่พร้อมนากรส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้บรรลุมาตรฐานควรเป็นผู้ที่มีความเข้าใจถึงความสำคัญและธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ ศึกษาและทำความเข้าใจถึงขอบข่ายและมาตรฐานของกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ ตลอดจนโครงสร้างแนวการจัดสาระการเรียนรู้ทั้งสาระที่จำเป็นที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนและสาระที่สถานศึกษาจะจัดเพิ่มขึ้นให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน แนวการวัดผลและการประเมินผล และแนวการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ มีความเข้าใจและสามารถดำเนินการจัดทำหลักสูตรของสถานศึกษาได้

นอกจากนี้ผู้บริหารจะต้องให้การสนับสนุนเพื่อที่จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้บรรลุมาตรฐานในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1.1 งบประมาณ ผู้บริหารต้องจัดสรรงบประมาณ จัดหาสื่อ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เพียงพอ

1.2 การบริหาร ผู้บริหารต้องมีการวางแผนงาน สอดส่องดูแล เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ สร้างขวัญกำลังใจแก่ผู้สอน ส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในทุก ๆ ด้าน ให้ความร่วมมือกับผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายในการดำเนินกิจกรรม

1.3 การนิเทศ ผู้บริหารต้องวางนโยบายการนิเทศภายในให้ชัดเจน

1.4 การประเมิน ผู้บริหารควรเป็นนักบริหารเชิงสถิติ ประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้สอนด้วยความยุติธรรม

1.5 การประสานงาน ผู้บริหารต้องเป็นผู้ช่วยประสานความร่วมมือกับแหล่งวิทยาการต่าง ๆ ทั้งในและนอกท้องถิ่น มีวิสัยทัศน์ในการทำงาน มีมนุษยสัมพันธ์ที่ดีต่อชุมชน

2. ผู้สอน ผู้สอนคณิตศาสตร์เป็นบุคคลที่มีบทบาทและความสำคัญยิ่งที่จะทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์ของผู้เรียนบรรลุมาตรฐานของกลุ่มคณิตศาสตร์ ผู้สอนคณิตศาสตร์ควรมีความสามารถ ดังนี้

2.1 มีความรู้และประสบการณ์ทางด้านการจัดการเรียนรู้ มีความสามารถในการพัฒนาความรู้และสร้างประสบการณ์ให้ผู้เรียนเข้าใจและปฏิบัติได้จริง รู้ความต่อเนื่องของเนื้อหาสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาในศาสตร์เดียวกันและศาสตร์อื่น ๆ รวมถึงการจัดเนื้อหาได้เหมาะสมกับผู้เรียน

2.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญ ธรรมชาติ/ลักษณะเฉพาะของวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจัดสาระการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ ด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม ได้ตรงตามหลักสูตร สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พัฒนาสื่อการเรียนรู้ วัสดุและประเมินผลการเรียนรู้ ให้ได้ตามมาตรฐานการเรียนรู้

2.3 เป็นผู้ที่ไม่แสวงหาความรู้ ปรับปรุงและพัฒนาตนเองให้ก้าวทันวิทยาการใหม่ ๆ อยู่เสมอ มีความคิดสร้างสรรค์

2.4 รู้จักธรรมชาติ เข้าใจความต้องการของผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้ลงมือปฏิบัติจริง

2.5 มีความสามารถในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างหลากหลาย ใช้สื่อและเทคโนโลยีอย่างเหมาะสม ตลอดจนสร้างบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้

2.6 เป็นผู้สอนที่ดี มีคุณธรรม จริยธรรม มีจรรยาบรรณในวิชาชีพครู

3. ผู้เรียน ผู้เรียนควรเลือกเรียนตามความสนใจ ตามความถนัดของตนเอง รู้จักเรียนรู้ตามแบบประชาธิปไตย เสาะแสวงหาความรู้ และประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง

4. สภาพแวดล้อม ความพร้อมของสถานศึกษาและบรรยากาศภายในสถานศึกษาหรือภายในห้องเรียนเป็นส่วนหนึ่งในการที่จะเอื้อและส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ได้

4.1 ห้องเรียนที่ช่วยเสริมและพัฒนาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรมีขนาดเหมาะสม มีอากาศถ่ายเท มีแสงสว่างเพียงพอ มีบรรยากาศทางวิชาการโดยมีความพร้อมในด้านต่าง ๆ เช่น ความพร้อมของสื่อ/อุปกรณ์ในการเรียน โต๊ะเรียนเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่มได้ มีอุปกรณ์หรือเครื่องใช้สำหรับการปฏิบัติกิจกรรม มีเอกสารสำหรับการค้นคว้า อาจมีการจัดมุมคณิตศาสตร์ มีเกมหรือปัญหาช่วยเร้าความสนใจให้อยากคิด อยากลองทำ

4.2 สถานศึกษาควรจัดสภาพแวดล้อมให้ภายในสถานศึกษาร่มรื่น สะอาด มีความเป็นระเบียบ ปลอดภัย มีความสะดวกสบายด้วยสาธารณูปโภคพอสมควร ถ้าสถานศึกษาสามารถจัดให้มีห้องเฉพาะหรือสถานที่เฉพาะที่เอื้อต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เช่น ห้องกิจกรรมคณิตศาสตร์ หรือห้องปฏิบัติการคณิตศาสตร์ หรือสวนคณิตศาสตร์สร้างสรรค์ ก็จะเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้คณิตศาสตร์มากขึ้น

นอกจากปัจจัย 4 ประการข้างต้นแล้ว ผู้ปกครองก็ยังเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานของหลักสูตรด้วย ผู้ปกครองต้องให้ความร่วมมือกับทางสถานศึกษาในการดูแล และช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เรียนรู้อย่างเต็มตามศักยภาพ

แนวคิดพื้นฐานของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดและแก้ปัญหาด้วยตนเอง ได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อและเทคโนโลยีต่าง ๆ โดยอิสระ ผู้สอนมีส่วนช่วยในการจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้สอนทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษา ให้คำแนะนำและชี้แนะในข้อบกพร่องของผู้เรียน

การจัดกิจกรรมประกอบการเรียนรู้ในลักษณะให้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แนวหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกันคิด ร่วมกันแก้ปัญหา ปรึกษาหารือ อภิปราย และแสดงความคิดเห็นด้วยเหตุผลซึ่งกันและกัน ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทั้งด้านความรู้ ทักษะ/กระบวนการคิดและมีประสบการณ์มากขึ้น ในการจัดกลุ่มให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหา อาจจัดเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 2 คน หรือ กลุ่มย่อย 4-5 คน หรืออาจจัดเป็นกิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มใหญ่ทั้งชั้นเรียนก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ในขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรคำนึงถึงคือ ความรู้พื้นฐานของผู้เรียนสำหรับการเรียนรู้เนื้อหาสาระใหม่ ขั้นเตรียมความพร้อมเพื่อนำเข้าสู่

กิจกรรม ผู้สอนสามารถใช้คำถามเชื่อมโยงเนื้อหาหรือเรื่องราวที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่เนื้อหาใหม่ หรือใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการทบทวนความรู้เดิม ในขั้นปฏิบัติกิจกรรมผู้สอนอาจใช้ปัญหาซึ่งมีความเชื่อมโยงกับเรื่องราวในขั้นเตรียมความพร้อม และใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ให้ผู้เรียนสามารถสรุปหรือเข้าใจหลักการ แนวคิด กฎ สูตร สังพจน์ ทฤษฎีบท หรือบทนิยามด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม ผู้สอนควรให้อิสระทางความคิดกับผู้เรียน แต่ผู้สอนควรหมุนเวียนไปตามกลุ่มต่าง ๆ เพื่อคอยสังเกต ตรวจสอบความเข้าใจและให้คำแนะนำตามความจำเป็น

การจัดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอแนวคิดของผู้เรียนแต่ละคนหรือแนวคิดของกลุ่มก็เป็นสิ่งสำคัญที่ผู้สอนควรปฏิบัติให้มีบ่อย ๆ เพราะในการนำเสนอแต่ละครั้ง ผู้เรียนมีโอกาสร่วมแสดงแนวคิดเสริมเพิ่มเติมร่วมกัน หรือซักถามหาข้ออภิปรายขัดแย้งด้วยเหตุและผล ผู้สอนมีโอกาสดึงความรู้ ขยายความหรือสรุปประเด็นสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดของสาระที่นำเสนอ นั้น ทำให้การเรียนรู้ขยายในวงกว้างและลึกมากขึ้น ผู้เรียนสามารถนำความรู้หรือแนวคิดที่ได้จากการนำเสนอขึ้นไปประยุกต์หรือเป็นแบบอย่างในการปฏิบัติได้ ผลคืออีกประการหนึ่งของการที่ผู้เรียนได้ออกมานำเสนอผลงาน คือ ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี มีความภูมิใจในผลงาน เกิดความรู้สึกอยากคิด อยากทำ กล้าแสดงออก และจดจำสาระที่ตนเองได้ออกมานำเสนอได้นาน สำหรับขั้นการฝึกทักษะหรือฝึกปฏิบัติ ผู้เรียนควรได้ฝึกเป็นรายบุคคล หรืออาจฝึกปฏิบัติเป็นกลุ่มก็ได้ตามความเหมาะสมของสาระและกิจกรรม

เนื่องจากลักษณะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่ต่อเนื่องกัน ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับเด็กเล็กผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีโอกาสรู้จากการปฏิบัติ/ทำกิจกรรม ได้ฝึกทักษะ/กระบวนการ โดยฝึกการสังเกต ฝึกให้เหตุผล และหาข้อสรุปจากสื่อรูปธรรมหรือแบบจำลองต่าง ๆ ก่อน และขยายวงความรู้สู่นามธรรมให้กว้างขึ้นสูงขึ้นตามความสามารถขึ้นตามความสามารถของผู้เรียน ถ้าสาระเนื้อหาหรือกิจกรรมที่ผู้สอนจัดให้นั้นยากเกินไปหรือต้องอาศัยความรู้พื้นฐานที่สูงกว่าที่ผู้เรียนมี ผู้สอนควรสร้างพื้นฐานความรู้ใหม่ อาจใช้วิธีการรูปของปัญหานั้นให้ง่ายกว่าเดิม หรือจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสริมเพิ่มเติมให้อีกก็ได้

รูปแบบของการจัดการเรียนรู้

รูปแบบของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีหลายรูปแบบ ผู้สอนสามารถนำไปจัดให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเวลาเรียนของผู้เรียนได้ดังนี้

1. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง
2. การเรียนรู้จากการใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผล
3. การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า
4. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

167451

๑
๕/๕.๕๕
๔๕๖๗
๑

1. การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง

การเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือทำงานนั้นจริง ๆ ได้รับความรู้จากการปฏิบัติจริง โดยใช้สื่อสิ่งพิมพ์ หรือสื่อรูปธรรมที่สามารถนำผู้เรียนไปสู่การค้นพบหรือได้ข้อสรุป ในการใช้สื่อรูปธรรมถ้าผู้สอนสอนด้วยตนเองจะให้การสาธิตประกอบคำถาม แต่ถ้าให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองจะให้การทดลอง โดยผู้เรียนดำเนินการทดลองตามกิจกรรมที่ผู้สอนกำหนดให้ ผู้เรียนที่ปฏิบัติการทดลองมีโอกาสฝึกใช้ทักษะ/กระบวนการต่าง ๆ เช่น การสังเกต การคาดคะเน การประมาณค่า การใช้เครื่องมือ การบันทึก การอภิปราย การตั้งข้อความคาดการณ์หรือข้อสมมุติฐาน การสรุปกระบวนการดำเนินการทดลองหรือปฏิบัติกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พิสูจน์ ให้เหตุผล อ้างข้อเท็จจริง ตลอดจนได้ฝึกทักษะในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ การจัดการเรียนรู้แบบนี้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการคิด และเลือกใช้ยุทธวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา ขณะที่ผู้เรียนทำการทดลอง ผู้สอนควรสังเกตแนวคิดของผู้เรียนว่าเป็นไปอย่างถูกต้องหรือไม่ ถ้าเห็นว่าผู้เรียนจะได้ประโยชน์จากการเรียนรู้ด้วยตัวเองมากกว่าการเรียนรู้ที่ผู้สอนบอกหรือสรุปผลให้

2. การเรียนรู้จากการใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผล

การเรียนรู้ที่ผู้สอนใช้คำถามประกอบการอธิบายและแสดงเหตุผลมีความจำเป็นในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ต้องอาศัยคำอธิบาย บทนิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบทต่าง ๆ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ บางเนื้อหาผู้สอนต้องสร้างพื้นฐานในเนื้อหานั้นก่อนด้วยการอธิบายและแสดงเหตุผลให้ชัดเจนลงในรูปของบทนิยาม เพื่อให้เกิดความเข้าใจเบื้องต้น แต่ในบางเนื้อหาผู้สอนอาจใช้คำถามก่อน ถ้านักเรียนไม่เข้าใจอาจอธิบายและแสดงเหตุผลเพิ่มเติม

3. การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้า

การเรียนรู้จากการศึกษาค้นคว้าเป็นการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่สนใจจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ โดยอิสระ สามารถศึกษาได้จากสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่อเทคโนโลยีต่าง ๆ หรือจากการทำโครงการคณิตศาสตร์ โดยผู้สอนมีส่วนช่วยเหลือให้คำปรึกษา แนะนำ ให้ความสนใจงานที่ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้ามา ให้โอกาสผู้เรียนได้นำเสนอผลงานต่อผู้สอน ผู้เรียนตลอดจนบุคคลทั่วไป

4. การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้สอนควรจัดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เมื่อผู้เรียนสังเกตจนพบปัญหานั้นแล้วผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนพยายามที่จะค้นหาสาเหตุด้วยการตั้งคำถามต่อเนื่อง และรวบรวมข้อมูลมาอธิบาย การเรียนรู้ดังกล่าวเป็นการวิเคราะห์จากปัญหามาหาสาเหตุ ใช้คำถามสืบเสาะจรรกระทั่งแก้ปัญหาหรือหาข้อสรุปได้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ประกอบด้วยขั้นสังเกต ขั้นอธิบาย ขั้นคาดการณ์ ขั้นทดลอง และขั้นนำไปใช้ ขั้นตอนเหล่านี้จะช่วยฝึกกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักอภิปรายและทำงานร่วมกันอย่างมีเหตุผล ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักสังเกตและวิเคราะห์ปัญหาโดยละเอียด

ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้สอนควรเลือกใช้รูปแบบของการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเหมาะสมกับผู้เรียน การเรียนรู้เนื้อหาหนึ่ง ๆ อาจใช้รูปแบบของการเรียนรู้หลายรูปแบบผสมผสานกันได้ และผู้สอนจะต้องคำนึงถึงการบูรณาการด้านความรู้ ด้านทักษะ/กระบวนการ และสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยม โดยสอดแทรกในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาสาระให้ครบถ้วนเพื่อให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

รูปแบบการเรียนรู้ภายใต้ทฤษฎีตรรกนิยม (constructivism)

ทฤษฎีตรรกนิยม (constructivism) เป็นทฤษฎีหนึ่งที่มีมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยมุ่งศึกษาว่า ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างไรและผู้สอนจะจัดกิจกรรมอย่างไรเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง

รูปแบบการเรียนรู้ภายใต้ทฤษฎีตรรกนิยม หรือ วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E จึงเน้นบทบาทของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถร่วมกันแสวงหา ค้นพบและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังให้นักเรียนมีโอกาสประสบผลสำเร็จในการเรียนและเรียนรู้ด้วยความสุข ภายใต้สภาพการณ์ที่จำลองหรือที่เป็นจริงแห่งชีวิต เพื่อให้นักเรียนมีทักษะชีวิตและทักษะสังคม

วัฏจักรการเรียนรู้แบบ 5E ประกอบด้วย

1. ขั้นนำ (engagement phase) : เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียนหรือตรวจสอบ/ทบทวนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อนำเข้าสู่การเรียนรู้บทเรียนใหม่
2. ขั้นสำรวจ/ขั้นสำรวจข้อมูลเพื่อการค้นพบ (exploration phase) : เป็นขั้นที่นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมโดยอาจปฏิบัติเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล โดยนักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์เดิมมาสัมพันธ์กับความรู้ใหม่จึงทำให้นักเรียนสามารถค้นพบหรือสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ เป็นที่ปรึกษา และเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการค้นพบ/สร้างความรู้ด้วยตนเอง กล่าวโดยสรุป ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนเกิดหรือค้นพบมโนคติ (concept)
3. ขั้นอธิบาย/ขั้นนำเสนอข้อมูลเพื่อการค้นพบ (explanation phase) : เป็นขั้นที่นักเรียนอธิบายหรือนำเสนอ มโนคติหรือความรู้ที่ค้นพบในขั้นที่ 2 โดยอาจใช้ความรู้และ

ประสบการณ์เดิมเป็นฐาน ประกอบกับหลักฐานและข้อมูลที่ค้นพบใหม่ ครูมีบทบาทตั้งคำถาม และให้ความรู้หรือข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้นักเรียนกระจำงัดยิ่งขึ้น

4. **ขั้นขยายหรือประยุกต์ใช้แนวคิด/ขั้นประยุกต์ใช้ (elaboration phase) :** เป็นขั้นที่นักเรียนประยุกต์ใช้แนวคิดในสถานการณ์ใหม่ หรือในสภาพการณ์ที่เป็นจริง หรืออาจขยายแนวคิดนั้นๆ ให้กว้างขวางขึ้น จนก่อให้เกิดความรู้ที่ลึกซึ้ง หรือแนวคิดอื่น ๆ ที่สัมพันธ์หรือเกี่ยวข้องกัน

5. **ขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (exhibition phase) :** เป็นขั้นที่ดัดแปลงจากรูปแบบเดิม คือ ขั้นประเมินผล (evaluation phase) ทั้งนี้เพราะชุดกิจกรรมนี้ได้ระบุดัชนีบ่งชี้ผลการเรียนรู้หรือหลักฐานการเรียนรู้ไว้ในทุกขั้นของกิจกรรมการเรียนการสอน นั่นคือมีการวัดและประเมินผลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา จึงเปลี่ยนขั้นที่ 5 เป็นขั้นแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งมุ่งให้นักเรียนนำผลการประยุกต์ใช้หรือผลการค้นพบความรู้จากขั้นที่ 4 มาจัดแสดงเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิด ทักษะและเจตคติต่อการทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันและปฏิสัมพันธ์กับครูอันก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้

ขั้นตอนในการสอนแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์

ในการฝึกแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นไปตามขั้นตอน จะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบระเบียบ และมีโอกาสถูกต้องมากยิ่งขึ้น โพลยา (Polya, 1975, pp. 16-17) ได้เสนอขั้นตอนในการสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าจะต้องอาศัยขั้นตอนต่าง ๆ 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 **ขั้นเข้าใจปัญหา (understanding the problem)** นั่นคือ เข้าใจว่าอะไรคือสิ่งที่ไม่รู้ อะไรคือข้อมูล โจทย์กำหนดเงื่อนไขอะไรบ้าง และเพียงพอที่จะแก้หรือไม่ หากเกิดความกำกวมหรือลังเลหรือขัดแย้งควรใช้การวาดรูป และควรแยกสภาพการณ์หรือเงื่อนไขออกเป็น ส่วนๆ โดยการเขียนลงบนกระดาษ จะทำให้เข้าใจโจทย์ปัญหามากขึ้น

ขั้นที่ 2 **ขั้นวางแผน (devising a plan)** เป็นขั้นที่ค้นหาความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับสิ่งที่ไม่รู้ ถ้าหากไม่สามารถหาความเชื่อมโยงได้ก็ควรอาศัยหลักการวางแผนในการแก้ปัญหา ดังนี้

2.1 เป็นโจทย์ปัญหาที่เคยประสบมาก่อนหรือเปล่า หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกับ โจทย์ที่เคยแก้มาก่อน หากแต่แตกต่างกันที่รูปแบบ

2.2 รู้จักโจทย์ปัญหาเกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กับ โจทย์ที่จะแก้หรือไม่ และรู้จักทฤษฎีที่จะใช้แก้หรือไม่

2.3 พิจารณาสິงที่ไม่รู้ในโจทย์ และพยายามคิดถึงปัญหาที่คุ้นเคยซึ่งมีสิ่งที่ไม่รู้เหมือนกัน และดูว่าจะใช้วิธีแก้ปัญหานั้นที่เคยประสบมาให้กับโจทย์ปัญหาที่กำลังจะแก้

2.4 ควรอ่านโจทย์ปัญหาอีกครั้ง และวิเคราะห์เพื่อดูว่าแตกต่างจากปัญหาที่เคยประสบหรือไม่

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน (carry out the plan) เป็นขั้นของการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ และต้องตรวจสอบแต่ละขั้นตอนที่ปฏิบัติว่าถูกต้องหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นของการตรวจสอบกลับ (looking back) เป็นการตรวจสอบการแก้ปัญหาว่าถูกต้องหรือไม่ โดยจะต้องมีการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้อง โดยอาจใช้วิธีการอื่นวิธีหนึ่งตรวจสอบเพื่อดูว่าผลลัพธ์ที่ได้ตรงกันหรืออาจใช้การประมาณคำตอบอย่างคร่าว ๆ

ไตรรงค์ เจนการ (2531, หน้า 19) เห็นด้วยว่าในการแก้โจทย์ปัญหานั้นจำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์ตามรูปแบบของโพลยา และได้กำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหายทางคณิตศาสตร์ เป็นตัวแปรที่เราจะต้องศึกษาการคิดแก้ปัญหานั้นได้คือ

1. ความสามารถในการเข้าใจโจทย์
2. ความสามารถในการหาวิธีการได้ถูกต้อง
3. ความสามารถในการคิดคำนวณ หรือการทำตามแผน
4. ความสามารถหาคำตอบได้ถูกต้อง

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2535, หน้า 26-27) กล่าวว่า การสอนโดยใช้กระบวนการในการแก้โจทย์ปัญหา กระบวนการหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก แบ่งเป็น 4 ขั้น ได้แก่

1. ทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา
2. วางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา
3. ดำเนินการตามแผนที่วางไว้
4. ประเมินผล

จิตวิทยาพัฒนาการของเด็กในด้านคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์

ทฤษฎีการเรียนรู้ของนักทฤษฎีหลายคนได้ให้หลักการและแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก ได้แก่ ทฤษฎีของเพียเจต์ บรูเนอร์ กาย ออซูเบล สกินเนอร์ ซึ่งมีแนวคิดดังต่อไปนี้

ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของเพียเจต์ (Piaget) ได้แบ่งพัฒนาการทางสติปัญญาเป็น 4 ขั้น (บุญทัน อยู่บุญชม, 2529, หน้า 26-32 อ้างอิงจาก Piaget, 1952)

1. ขั้นประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหว (sensori - motor stage) เป็นการพัฒนาของเด็กตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 2 ปี เป็นวัยที่จะเรียนรู้จากการสัมผัสและการเคลื่อนไหวทางด้านภาษา

เริ่มหัดพูดเป็นคำ เริ่มใช้ท่าทางช่วย ยังคิดหรือสร้างจินตนาการไม่เป็นการมองและคิดยังมีเพียงด้านเดียว คิดแบบตรงไปตรงมา คิดย้อนกลับหรือคิดอ้อมค้อมไม่ได้

2. ขั้นควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (pre-operational stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 2-6 ปี ความคิดของเด็กวัยนี้ขึ้นอยู่กับความรู้เป็นส่วนใหญ่ ไม่สามารถใช้เหตุผลและมีความคิดรวบยอดได้อย่างลึกซึ้ง แต่เป็นวัยที่เรียนรู้ทางภาษาเป็นไปอย่างรวดเร็ว พูดเป็นเรื่องราวได้ เป็นวัยช่างพูด เรียนรู้แบบลองผิดลองถูกคิดตามที่เห็นเท่านั้น สนใจสิ่งลึกลับแปลก ๆ เริ่มเชื่อโดยไม่มีเหตุผล

3. ขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (concrete operational stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 7-11 ปี เป็นวัยที่เริ่มมีความคิดที่มีเหตุผลแต่เป็นความคิดที่ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์เฉพาะหน้าและสิ่งที่เห็น รูปธรรม ยังไม่เข้าใจถึงที่เป็นนามธรรม เรียนรู้ด้วยการกระทำได้ดีที่สุดหรือวัยช่างทำ สามารถแบ่งประเภทสิ่งของได้ จัดเรียงลำดับได้ สร้างเกณฑ์ในการแบ่งได้โดยไม่ต้องได้เห็นของจริงที่มีตัวตน สามารถมองที่ละหลายมิติได้และสามารถคิดย้อนกลับได้

4. ขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (formal operational stage) ขั้นนี้เริ่มตั้งแต่อายุ 12-14 ปี เป็นวัยที่เรียนรู้และคิดในเชิงนามธรรมได้ดีหรือวัยช่างคิด สามารถคิดหาเหตุผลนอกเหนือไปจากข้อมูลที่มีอยู่ โดยจะระลึกถึงสิ่งที่ไม่มีความจริงหรือนามธรรม นั่นคือการคิดแบบตั้งสมมติฐาน รู้จักทบทวนโต้แย้งกับความคิดเห็นได้อย่างกว้างขวาง มีการวางแผนวิธีการแก้ปัญหาทุกอย่างที่จะเป็นไปได้

พัฒนาการของเด็กในแต่ละขั้นจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระดับต่ำกว่าไปสู่ระดับที่สูงกว่า โดยไม่มีการลดขั้นตอน แต่ในบางช่วงของพัฒนาการอาจเกิดขึ้นเร็วหรือช้าก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลต่อการพัฒนาของแต่ละคน การพัฒนาเหล่านี้จะเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ แต่สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม และ ประเพณีต่าง ๆ รวมทั้งทางการดำรงชีวิตอาจมีส่วนช่วยให้การพัฒนาแตกต่างกัน

เมื่อพิจารณาจากช่วงอายุของพัฒนาการทางสติปัญญาแล้ว จะเห็นว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นอยู่ในขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เด็กได้ประสบการณ์ให้เด็กได้คิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยการให้เด็กได้ฝึกคิด ฝึกปฏิบัติ และสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ตลอดจนการลงข้อสรุปได้

ทฤษฎีของบรูเนอร์ บรูเนอร์เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกันที่มีชื่อเสียง ทฤษฎีหรือแนวคิดของบรูเนอร์มีอิทธิพลต่อการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มากเขาสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยการค้นพบ และมีความเชื่อว่า

1. กระบวนการแก้ปัญหา ควรเป็นผลสำคัญของการศึกษามากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง

2. การที่เด็กจะเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพเขาควรจะได้ร่วมในกระบวนการค้นพบหรือกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง การจดจำข้อเท็จจริงหรือกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์มีความจำเป็นในบางกรณีเท่านั้น เช่น การที่สิ่งเหล่านั้นจำเป็นต้องใช้เพื่อให้ได้คำตอบของปัญหา

3. การที่เด็กได้สำรวจจับต้องสิ่งของในสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งจำเป็นต่อการสร้างมโนคติหรือการพัฒนาความคิดตามลำดับขั้น

ระดับการเรียนรู้ตามทฤษฎีของบรูเนอร์มี 3 ระดับ ได้แก่

ระดับที่ 1 ขั้นปฏิบัติด้วยวัตถุของจริง (enactive) ขั้นนี้เป็นขั้นแรกเริ่มของการสร้างมโนคติเกี่ยวกับสิ่งที่เรียน เด็กควรจะได้เล่น ได้สัมผัสวัตถุของจริงเพื่อให้เกิดจินตนาการนำไปสู่ความเข้าใจมโนคติ

ระดับที่ 2 ขั้นใช้ภาพในใจแทนวัตถุ (iconic) ขั้นนี้เป็นขั้นที่เด็กค่อย ๆ สร้างภาพของการใช้วัตถุจริงแทนสัญลักษณ์ที่เขาเห็น

ระดับที่ 3 ขั้นใช้สัญลักษณ์ (symbolic) ในขั้นนี้เด็กจะสามารถใช้สัญลักษณ์แทนของจริงและจินตนาการภาพของจริง

ระดับขั้นการเรียนรู้ทั้ง 3 ระดับนี้มีประโยชน์โดยตรงต่อการจัดกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์จากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่นามธรรม ซึ่งทฤษฎีของบรูเนอร์มีลักษณะที่เน้นตัวนักเรียนเช่นเดียวกับเพียเจต์ เขาเสนอวิธีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบที่ครูให้คำแนะนำน้อยที่สุดให้นักเรียนทดลองด้วยตนเองมากที่สุด

สรุปได้ว่าทฤษฎีของบรูเนอร์มีลักษณะเน้นที่ตัวนักเรียนเช่นเดียวกับเพียเจต์ โดยเสนอวิธีการเรียนรู้ด้วยการค้นพบที่ครูให้คำแนะนำน้อยที่สุด ให้นักเรียนทดลองด้วยตนเองมากที่สุด ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เด็กมีพัฒนาการเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงความรู้จากการใช้สัญลักษณ์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล

ทฤษฎีของกาเย กาเยเชื่อว่าผลิตผลปลายทางหรือสิ่งที่นักเรียนรู้ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการเรียนมีความสำคัญ เด็กอาจจะเรียนรู้โดยใช้วิธีการใด ๆ ก็ได้ รวมทั้งการเรียนโดยการค้นพบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ เขาเรียกผลการเรียนรู้ปลายทางว่าสมรรถภาพ (capability) ซึ่งเป็นผลการเรียนเนื้อหาต่าง ๆ การเรียนเพื่อให้เกิดสมรรถภาพที่ปรารถนา ครูจะต้องจัดประสบการณ์การเรียนการสอนอย่างเหมาะสม

วิธีการของกาเยนั้นเริ่มจากครูกำหนดหัวข้อที่จะเรียนหรือสมรรถภาพที่ต้องการแล้ว สิ่งแรกที่ครูจะต้องทำ คือ การวิเคราะห์งานว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง การวิเคราะห์นี้จะมี 2 องค์ประกอบ ได้แก่

1. ตัวแปรในการสอน หมายถึง หน้าที่หรือองค์ประกอบที่ครูจะต้องทำเพื่อจะเสนอเนื้อหาใหม่หรือหลักการแก่นักเรียน ซึ่งได้แก่การให้คำจำกัดความของสมรรถภาพที่ต้องการ การเตรียมการ การแนะนำ การคิด

2. ลำดับเนื้อเรื่อง ได้แก่ การจัดลำดับเนื้อหาเพื่อพิจารณาว่าจะสอนเนื้อหาใดก่อนและหลังการ วิเคราะห์เช่นนี้จะทำให้มองเห็นความสัมพันธ์หรือโครงสร้างของสมรรถภาพที่ต้องการว่าจะต้องประกอบด้วยเนื้อหาย่อยอะไรบ้าง และมีลำดับอย่างไร เนื้อหาใดจำเป็นต้องเรียนรู้ก่อนเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาขั้นต่อไป

การนำเด็กไปสู่สมรรถภาพที่ต้องการอาจจะมีหลายขั้นตอนและขึ้นอยู่กับพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน การพิจารณาว่าจะเริ่มที่ขั้นตอนใดก็ขึ้นกับนักเรียนซึ่งมีพื้นฐานต่างกัน และใช้วิธีการแก้ปัญหาต่างๆ กัน เด็กบางคนสามารถเรียนโดยการค้นพบ เด็กบางคนอาจต้องใช้วิธีการที่มีโครงสร้างและแนวทางที่ชัดเจน กายเชื่อว่าวิธีการใด ๆ มิใช่เรื่องที่สำคัญตรงเท่าที่สามารถนำเด็กเข้าสู่สมรรถภาพที่ต้องการได้ หน้าที่ครูก็คือ นำเด็กเข้าสู่ลำดับขั้นงานที่เหมาะสมและต้องให้แน่ใจว่าเด็กมีสมรรถภาพที่ต้องการ โดยกายได้เสนอการเรียนรู้ทักษะเขาว่าปัญญา 9 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ คือ การทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียนซึ่งเป็นแรงจูงใจที่เกิดจากสิ่งยั่วยุภายนอกตัวผู้เรียน และแรงจูงใจที่เกิดจากภายในตัวผู้เรียนเองอาจใช้วิธีการสนทนา ชักถาม ทายปัญหา สาริต หรือใช้วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 ขั้นแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียน คือ การให้นักเรียนทราบถึงผลการเรียนบทเรียนนั้นโดยเฉพาะเจาะจงลงไป ทำให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์ของบทเรียนและยังได้ทราบแนวทางของการจัดกิจกรรมอีกด้วย

ขั้นที่ 3 ทบทวนประสบการณ์เดิม เป็นกระบวนการต่อเนื่องเมื่อเรียนรู้สิ่งใหม่ก็ต้องอาศัยความรู้เก่าเป็นพื้นฐานที่จะนำไปสู่จุดประสงค์การเรียนรู้นั้น อาจใช้วิธีชักถาม สนทนา หรือให้นักเรียนปฏิบัติใหม่

ขั้นที่ 4 เสนอบทเรียนใหม่โดยใช้วัสดุอุปกรณ์กระตุ้น เป็นการเริ่มกิจกรรมของบทเรียนใหม่ โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ประกอบการพูด ชักถาม ให้ตัวอย่าง หรือเป็นการจัดให้นักเรียนทำกิจกรรม โดยยึดจุดประสงค์นำทางเป็นหลักในการจัดกิจกรรม เพื่อนำไปสู่จุดหมายปลายทาง

ขั้นที่ 5 ขั้นให้แนวการเรียนรู้ เป็นการสนับสนุนขบวนการเรียนรู้ภายใน เป็นการทำให้สิ่งเร้ามีความหมาย ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม ในการสอนสิ่งที่เป็นนามธรรม โดยให้สัมพันธ์กับความรู้เดิมเป็นการนำทางหรือให้แนวทางไปคิดเอง

ขั้นที่ 6 ขั้นปฏิบัติ เป็นการให้นักเรียนได้แสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ กิจกรรมของนักเรียนอาจเป็นการจัดทำหรือการปฏิบัติจริง ซึ่งผลของกิจกรรมนั้นเป็นพฤติกรรมที่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

ขั้นที่ 7 การให้ข้อมูลป้อนกลับ เป็นการแสดงให้เห็นนักเรียนเห็นว่าผลการปฏิบัติกิจกรรมหรือพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออกนั้น ได้ผลสำเร็จหรือมีปัญหาอย่างไรหรือไม่

ขั้นที่ 8 การประเมินผลการปฏิบัติ เป็นขั้นประเมินพฤติกรรม คือ การวัดและประเมินพฤติกรรม คือ การวัดและประเมินว่าพฤติกรรมหรือผลงานที่นักเรียนทำนั้น ได้ผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนนั้นเพียงใด

ขั้นที่ 9 ส่งเสริมความแม่นยำและการถ่ายโอนการเรียนรู้ เป็นการสรุปทบทวนการเรียนรู้ที่ผ่านมาให้นักเรียนมีพฤติกรรมหรือการเรียนรู้ที่ฝังแน่นขึ้น อาจยกสถานการณ์อื่นให้เด็กได้ใช้การเรียนรู้ที่ได้จากขั้นต่าง ๆ ไปใช้ กิจกรรมในขั้นนี้อาจเป็นแบบฝึกหัดเสริมการทำงานเพิ่มเติมหรือการให้ทำกิจกรรมเพิ่มพูน รวมทั้งอาจเป็นการให้การบ้านด้วย

เหตุการณ์การสอน 9 เหตุการณ์ ถือเสมือนว่าเป็นการวางแผนการสอนซึ่งเป็นการจัดสถานการณ์ภายนอกเพื่อสนับสนุนให้เกิดสมรรถภาพนั้น ๆ มากที่สุด โดยเริ่มตั้งแต่การสร้างควมสนใจเรื่อยไปจนถึงเหตุการณ์สุดท้าย ซึ่งเหตุการณ์การสอนที่กำหนดไว้ไม่จำเป็นต้องดำเนินการเรียงลำดับตั้งแต่เหตุการณ์แรกจนถึงเหตุการณ์สุดท้าย

ทฤษฎีของออสซูเบล เป็นทฤษฎีที่เน้นความสำคัญของการเรียนรู้อย่างมีความเข้าใจและมีความหมาย ออสซูเบล ได้กล่าวว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ถ้าในการเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นผู้เรียนเคยมีพื้นฐานซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับความรู้ใหม่ได้ ซึ่งจะทำให้การเรียนรู้สิ่งใหม่นั้นมีความหมาย ดังนั้นในการสอนความคิดรวบยอด (concept) ใดที่ใหม่จะเป็นสิ่งที่มีความหมายกับเด็กถ้าเด็กสามารถเชื่อมโยงได้กับประสบการณ์เดิม และในขณะเดียวกันถ้าเชื่อมโยงได้กับความคิดอื่น ๆ ในขณะที่เรียนสิ่งใหม่ สิ่งต่าง ๆ จะมีความหมายเมื่อสัมพันธ์กับผู้เรียน ก่อนที่ครูจะสอนสิ่งใดให้กับนักเรียนต้องดูว่านักเรียนมีความรู้เดิมพอที่จะเข้าใจสิ่งใหม่หรือยัง ถ้ายังมีไม่พอจะต้องจัดประสบการณ์ให้

แนวคิดของออสซูเบล เกี่ยวกับพัฒนาการทางสติปัญญานั้น แบ่งออกเป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นความคิดก่อนปฏิบัติการ (preoperational thought) ขั้นนี้อายุระหว่าง 2-7 ปี เด็กสามารถมีมโนคติในเรื่องในเรื่องต่าง ๆ แต่ยังไม่สมบูรณ์ ความเข้าใจในขั้นนี้ขึ้นอยู่กับรับรู้เป็นส่วนใหญ่ จนหลังอายุประมาณ 4 ปี การคิดของเด็กจึงมีเหตุผลขึ้น ใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการคิดมีความคิดความเข้าใจดี ขึ้นอยู่กับสิ่งที่รับรู้จากภายนอก

2. ขั้นการคิดเชิงเหตุผลอาศัยรูปธรรม (concrete logical operation) เริ่มตั้งแต่เด็กอายุระหว่าง 7-11 ปี เป็นความสามารถในการเรียนรู้ของเด็ก ระดับนามธรรมสูงขึ้น เด็กสามารถสร้างมโนคติเป็นภาพในใจ ตามคำอธิบาย เพียงแต่ให้ตัวอย่างนามธรรม เด็กสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและเข้าใจได้

3. ขั้นการคิดเชิงเหตุผลเป็นนามธรรม (abstract logical operation) เริ่มตั้งแต่เด็กอายุประมาณ 11 ปี ไม่ต้องพึ่งวัตถุที่เป็นรูปธรรม โดยจะสามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาเด็กจะรู้จัก สร้าง เก็บรวบรวมข้อมูล สร้างสมมติฐาน และลงข้อสรุปได้อย่างมีเหตุผลบนพื้นฐานของข้อมูล (ศุรางค์ โค้วตระกูล, 2537, หน้า 155-157 อ้างอิงจาก Ausubel, 1963)

ทฤษฎีของสกินเนอร์ สกินเนอร์เป็นนักจิตวิทยาชาวอเมริกันที่อยู่ในกลุ่มทฤษฎีการวางเงื่อนไขหรือทฤษฎีสั่งเร้ากับการตอบสนอง ทฤษฎีนี้กล่าวว่าอินทรีย์ทั้งหลายมีแนวโน้มที่จะกระทำการกิจกรรมต่อเนื่องกันถ้าได้รับสิ่งเร้าที่พึงพอใจ (รางวัล) และจะลดลดอยถ้ามผลที่ได้รับไม่น่าพอใจ หรือได้รับสิ่งเร้าที่ไม่พอใจ (การลงโทษ)

ตามทฤษฎีของสกินเนอร์ การเรียนรู้เปรียบเสมือนการเดินขึ้นบันได คือ ต้องดำเนินไปทีละขั้นตามลำดับ เนื้อหาที่จะสอนจะถูกแบ่งเป็นส่วนย่อย ๆ แล้วดำเนินการสอนเนื้อหาย่อย ๆ เรียนไปตามลำดับ จากแนวความคิดนี้ทำให้เกิดการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมในบทเรียนมีคำถามให้ผู้เรียนคิดและตอบคำถาม เมื่อนักเรียนตอบถูกก็จะเรียนรู้เนื้อหาต่อไป คำถามจะไม่ยากเพราะเป็นคำถามจากเรื่องราวความรู้ที่เข้าใจแล้ว ๆ เมื่อเด็กตอบปัญหาแต่ละข้อเด็กจะรู้ว่าตนเองตอบถูกหรือไม่ การตอบถูกเป็นแรงจูงใจให้ตอบคำถามข้อต่อไป และเรียนเนื้อหาต่อไป สกินเนอร์ได้เรียกร้องให้ครูใช้บทเรียนโปรแกรมและสร้างบทเรียนโปรแกรมเพื่อใช้ประกอบการสอน

ทฤษฎีของสกินเนอร์และกาเฮมีส่วนร่วมกัน คือ การวิเคราะห์เนื้อหาออกมาเป็นส่วนย่อย ๆ นักเรียนจะต้องเข้าใจเนื้อหาต้น ๆ อย่างแตกฉานก่อนที่จะก้าวไปเรียนเนื้อหาที่สลับซับซ้อนขึ้น แนวคิดนี้เป็นรากฐานสำคัญอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนการสอนและมีอิทธิพลต่อการจัดการสอนคณิตศาสตร์แบบปฏิบัติการ

จากการศึกษาทฤษฎีจิตวิทยาการสอนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การจัดกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จะต้องนำหลักจิตวิทยา ทฤษฎีการเรียนรู้และเทคโนโลยีทางการศึกษามาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สอนจากง่ายไปหายาก ให้กำลังใจเด็ก เพื่อให้เด็กเกิดการพัฒนาด้านความคิด ด้านเหตุผล การค้นพบและแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

จุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ หลักสูตรคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้ระบุจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความ

สามารถในการคิด การคำนวณ สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และในการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีต่าง ๆ ได้ เป็นอย่างดี จึงต้องปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังนี้

1. เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ ข้อมูลที่ปรากฏในสิ่งแวดล้อม สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างมีระเบียบ ชัดเจน และรัดกุม
2. เพื่อให้มีทักษะในการคิดคำนวณ
3. เพื่อให้เห็นประโยชน์ของวิชาคณิตศาสตร์ ทั้งที่มีต่อชีวิตประจำวันและที่เป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้
4. เพื่อให้สามารถนำความรู้ ความเข้าใจ และทักษะทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานในการศึกษาคณิตศาสตร์และวิชาอื่น ๆ ที่อาศัยคณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2535, หน้า 10)

เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตร มัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง 2533) ได้กำหนดเนื้อหาที่เรียนในแต่ละภาคดังนี้

ภาคเรียนที่ 1

บทที่ 1 การเขียนตัวเลขแทนจำนวน (4 คาบ)

- 1.1 จำนวนและตัวเลข
- 1.2 ระบบตัวเลขฐานสิบ
- 1.3 เลขยกกำลัง

บทที่ 2 สมบัติของจำนวนนับ (7 คาบ)

- 2.1 ตัวประกอบ
- 2.2 จำนวนเฉพาะ
- 2.3 การแยกตัวประกอบ
- 2.4 ตัวหารร่วมมาก
- 2.5 ตัวคูณร่วมน้อย

บทที่ 3 ทศนิยม (10 คาบ)

- 3.1 ค่าประจำหลักของทศนิยม
- 3.2 การเปรียบเทียบทศนิยม
- 3.3 การบวกและการลบทศนิยม
- 3.4 การคูณและการหารทศนิยม

3.5 การแทนเศษส่วนด้วยทศนิยม

บทที่ 4 การวัดและการประมาณ (5 คาบ)

4.1 ค่าประมาณจากการวัด

4.2 การปัดเศษ

4.3 การประมาณค่า

บทที่ 5 เส้นตรงและมุม (8 คาบ)

5.1 จุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง รังสี และมุม

5.2 ส่วนของเส้นตรงและความยาวของส่วนของเส้นตรง

5.3 มุมและขนาดของมุม

5.4 มุมฉากและมุมตรง

บทที่ 6 เศษส่วน (12 คาบ)

6.1 เศษส่วน

6.2 การเปรียบเทียบเศษส่วน

6.3 การบวกและการลบเศษส่วน

6.4 การคูณและการหารเศษส่วน

6.5 โจทย์ปัญหาเศษส่วน

บทที่ 7 ความยาว พื้นที่ และปริมาตร (8 คาบ)

7.1 ความยาว

7.2 มาตรการส่วน

7.3 พื้นที่

7.4 ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ภาคเรียนที่ 2

บทที่ 1 สมการ (13 คาบ)

1.1 ปัญหา

1.2 คำตอบของสมการ

1.3 สมบัติของการเท่ากัน

1.4 การแก้สมการ

1.5 โจทย์สมการ

บทที่ 2 คู่อันดับและกราฟ (9 คาบ)

2.1 คู่อันดับและกราฟ

2.2 กราฟของสมการชั้นเดียวสองตัวแปร

บทที่ 3 อัตราส่วนและร้อยละ (12 คาบ)

3.1 อัตราส่วน

3.2 อัตราส่วนที่เท่ากัน

3.3 สัดส่วน

3.4 ร้อยละ

บทที่ 4 การนำเสนอข้อมูล (10 คาบ)

4.1 การนำเสนอข้อมูลด้วยตาราง

4.2 การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ

4.3 การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง

4.4 การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม

4.5 การนำเสนอข้อมูลด้วยกราฟเส้น

บทที่ 5 จำนวนเต็มลบ (10 คาบ)

5.1 จำนวนเต็มลบ

5.2 การเปรียบเทียบจำนวนเต็มลบ

5.3 จำนวนเต็ม

5.4 กราฟ

ตารางที่ 1 สารและผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายภาค รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1

(3 ชั่วโมง/สัปดาห์/ภาค)

ห.ร.ม. และ ค.ร.น. (6 ชั่วโมง)

- หา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับที่กำหนดให้ได้
- ใช้ความรู้เกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. แก้ปัญหาได้

จำนวนเต็ม (26 ชั่วโมง)

- ระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ได้
 - เปรียบเทียบจำนวนเต็มได้
-

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1

(ต่อ)

- บวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็มได้
- อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้
- นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็มไปใช้ได้
- ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

เลขยกกำลัง (13 ชั่วโมง)

- เขียนเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มแทนจำนวนที่กำหนดให้ได้
- ใช้เลขยกกำลังในการเขียนแสดงจำนวนในรูปของสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ (scientific notation) ได้
- คูณและหารของเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกัน และเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็มได้
- ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

พื้นฐานทางเรขาคณิต (15 ชั่วโมง)

- สร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้วงเวียนและสันตรงและบอกขั้นตอนการสร้างพื้นฐานต่อไปนี้ได้
 - การสร้างส่วนของเส้นตรงให้ยาวเท่ากับความยาวของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
 - การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้
 - การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้
 - การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้
 - การสร้างเส้นตั้งฉากจากจุดภายนอกมายังเส้นตรงที่กำหนดให้
 - การสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้
- นำการสร้างพื้นฐานไปสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายได้
- สืบเสาะ สังเกต และคาดการณ์เกี่ยวกับสมบัติทางเรขาคณิต

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

(3 ชั่วโมง/สัปดาห์/ภาค)

เศษส่วนและทศนิยม (20 ชั่วโมง)

- เขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำศูนย์ในรูปเศษส่วนได้
- เปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยมได้
- บวก ลบ คูณ หารเศษส่วนและทศนิยมได้
- อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ และการหารเศษส่วนและทศนิยม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้
- นำความรู้เกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยมไปใช้แก้โจทย์ปัญหา รวมทั้งสถานการณ์เกี่ยวกับความน่าจะเป็นได้
- ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

การประมาณค่า (7 ชั่วโมง)

- ใช้การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
- บอกวิธีการประมาณค่าที่เหมาะสมในการคำนวณได้
- ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จากการคำนวณเมื่อเทียบกับการประมาณค่า

คู่อันดับและกราฟ (8 ชั่วโมง)

- อ่านและแปลความหมายกราฟบนระนาบพิกัดฉากที่กำหนดให้ได้
- เขียนกราฟของความสัมพันธ์ที่กำหนดให้ได้

สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (15 ชั่วโมง)

- วิเคราะห์แบบรูปของจำนวนที่กำหนดให้และเขียนความสัมพันธ์จากแบบรูปที่กำหนดให้โดยใช้ตัวแปรได้
- ระบุจำนวนที่เป็นคำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้
- แก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายโดยใช้สมบัติของการเท่ากันได้
- เขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวแทนสถานการณ์หรือปัญหาอย่างง่ายได้
- แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอย่างง่ายได้
- ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

(ต่อ)

- ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ (10 ชั่วโมง)
- อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติจากภาพสองมิติที่กำหนดให้ได้
- ระบุภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view) หรือ ด้านบน (top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติที่กำหนดให้ได้
- วาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์ เมื่อกำหนดภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view) หรือ ด้านบน (top view) ให้

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเนื้อหา ความคิดรวบยอด/หลักการ จุดประสงค์ทั่วไปตาม คู่มือครูคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องสมการโดยยึดจุดประสงค์การเรียนรู้กลุ่มวิชา คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) มาสร้างเป็นชุดการสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

เนื้อหาเรื่องสมการชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้กำหนดหลักการ จุดประสงค์และเนื้อหาเรื่องสมการ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไว้ดังนี้

ความคิดรวบยอด/หลักการ

1. ประโยคสัญลักษณ์ที่มีเครื่องหมาย = เรียกว่า สมการ
2. สมการที่เป็นจริงหมายถึงสมการที่มีจำนวนที่อยู่ซ้ายมือของเครื่องหมาย = มีค่า เท่ากันกับจำนวนที่อยู่ทางขวามือ
3. จำนวนใด ๆ ที่แทนตัวแปรในสมการแล้วทำให้สมการนั้นเป็นจริง เรียกจำนวน เหล่านั้นว่า คำตอบของสมการ
4. เมื่อมีจำนวนสองจำนวนเท่ากัน นำจำนวนอีกจำนวนหนึ่งมาบวกแต่ละจำนวนที่เท่า กันนั้นผลบวกจะเท่ากัน
5. เมื่อมีจำนวนสองจำนวนเท่ากัน นำจำนวนอีกจำนวนหนึ่งมาลบแต่ละจำนวนที่ เท่ากันนั้นผลลบจะเท่ากัน

6. เมื่อมีจำนวนสองจำนวนเท่ากัน นำจำนวนอีกจำนวนหนึ่งมาคูณแต่ละจำนวนที่เท่ากันนั้นผลคูณจะเท่ากัน

7. เมื่อมีจำนวนสองจำนวนเท่ากัน นำจำนวนอีกจำนวนหนึ่งมาหารแต่ละจำนวนที่เท่ากันนั้นผลหารจะเท่ากันโดยจำนวนที่นำมาหารไม่เท่ากับศูนย์

8. การแก้สมการเป็นการหาคำตอบของสมการ หรือการหาค่าของตัวแปรที่มีอยู่ในสมการนั้น ๆ โดยใช้สมบัติการเท่ากัน

9. การเขียนสมการแทนข้อความและการหาคำตอบของสมการนั้น ช่วยในการแก้โจทย์ปัญหาได้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับสมการ

1.1 เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์ให้หลาย ๆ ประโยคสามารถบอกได้ว่าประโยคสัญลักษณ์ใดเป็นสมการ

1.2 เมื่อกำหนดสมการให้หลาย ๆ สมการสามารถบอกได้ว่าสมการใดเป็นสมการที่เป็นจริง

2. ให้นักเรียนสามารถ

2.1 หาคำตอบของสมการอย่างง่าย ๆ ได้โดยลองแทนค่าตัวแปรในสมการ

2.2 ให้นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นคำตอบของสมการหรือไม่

3. ให้นักเรียนสามารถ

3.1 บอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันบวกด้วยจำนวนใด ๆ ที่เท่ากันผลลัพธ์ย่อมเท่ากัน

3.2 บอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันลบด้วยจำนวนใด ๆ ที่เท่ากันผลลัพธ์ย่อมเท่ากัน

3.3 บอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันคูณด้วยจำนวนใด ๆ ที่เท่ากันผลลัพธ์ย่อมเท่ากัน

3.4 บอกได้ว่าจำนวนที่เท่ากันหารด้วยจำนวนใด ๆ ที่เท่ากันโดยจำนวนที่นำมาหารไม่เท่ากับศูนย์แล้วผลลัพธ์ย่อมเท่ากัน

4. ให้นักเรียนสามารถแก้สมการโดยนำสมบัติของการเท่ากันของการบวก การลบ การคูณ และการหาร มาใช้หาคำตอบ และตรวจคำตอบได้

5. ให้นักเรียนสามารถ

5.1 เขียนสมการแทนข้อความที่กำหนดให้ได้

5.2 ใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาง่าย ๆ ได้

เนื้อหา

1. ความหมายของสมการ
2. สมการที่เป็นจริง
3. สมการที่มีตัวแปร
4. คำตอบของสมการ
5. สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร
6. การแก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากัน ได้แก่ สมบัติการบวก สมบัติการลบ สมบัติการคูณ และสมบัติการหาร
7. โจทย์สมการ
 - 7.1 การเขียนสมการจากโจทย์ปัญหา
 - 7.2 การใช้สมการแก้โจทย์ปัญหาอย่างง่าย ๆ

ความรู้เกี่ยวกับชุดการสอน

ความหมายของชุดการสอน ชุดการสอน (instructional package) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ชุดการเรียนรู้ (learning package) หรือเรียกรวมกันว่า ชุดการเรียนการสอน นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายที่สอดคล้องกันไว้ ดังนี้ คือ วิชัย วงษ์ใหญ่ (2525, หน้า 185) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้ว่า ชุดการสอน หมายถึง ระบบการผลิตและการนำสื่อหลาย ๆ อย่างมาสัมพันธ์กัน และมีคุณค่าส่งเสริมซึ่งกันและกัน สื่อการเรียนเหล่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า สื่อประสม ที่เรานำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ บุญชม ศรีสะอาด (2537, หน้า 95) ที่กล่าวว่า ชุดการสอน คือ สื่อการเรียนหลายอย่างประกอบกัน จัดเข้าไว้เป็นชุด เรียกว่า สื่อประสม เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ วาสนา ขาวหา (2525, หน้า 138) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้ว่า ชุดการสอน หมายถึง การวางแผนโดยใช้สื่อต่าง ๆ ร่วมกันหรือหมายถึงการใช้สื่อประสมเพื่อสร้างประสบการณ์ในการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง และเป็นไปตามจุดประสงค์ที่วางไว้ โดยจัดไว้เป็นชุดในลักษณะเป็นซองหรือเป็นกล่อง เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528, หน้า 291 – 292) ได้ให้ความหมายของชุดการสอนไว้ว่า ชุดการสอนเป็น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อันประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหาและวัสดุ อุปกรณ์ทั้งหลายไว้เป็นชุด ๆ เพื่อจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และเป็นการจัดการโดยอาศัยวัตถุประสงค์ และผลซึ่งสอดคล้องกับความหมายของ บุญเกื้อ ครวหาเวช (2530, หน้า 67) หมายถึง ชุดของสื่อประสมที่จัดขึ้นสำหรับหน่วยการเรียนรู้ ตามหัวข้อ เนื้อหาและประสบการณ์ของแต่ละหน่วย

ที่ต้องการจะให้ผู้เรียนได้รับ โดยจัดเอาไว้เป็นชุดๆ บรรจุอยู่ในซอง กล่องหรือกระเป๋า และ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 113 – 114) ได้กล่าวไว้ว่า ชุดการสอนเป็นสื่อประสมที่ได้จากระบบการผลิตและการนำสื่อการสอนที่สอดคล้องกับวิชา หน่วย หัวเรื่อง และวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมทางการเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ชื่อว่าชุดการสอน เพราะชื่อนี้ให้ความเข้าใจตรงกันว่า ชุดการสอนเป็นการนำสื่อประสมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์ เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีคุณภาพ ชุดการสอนจะเป็นเสมือนคู่มือครูและเครื่องมือช่วยการสอนสำหรับครู มีกิจกรรมการเรียนรู้และสื่อประกอบการเรียนหรือข้อแนะนำชี้ทางการเรียนให้แก่ นักเรียน โดยที่สถานการณ์การเรียนการสอนอาจเป็นแบบนักเรียนเรียนด้วยตนเอง หรือเรียนจากการฟังคำบรรยายของครู หรือครูกับนักเรียนร่วมกันทำงานก็ได้ ซึ่งชุดการสอนที่สร้างอย่างดี จะมีกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ตามความเหมาะสมกับเนื้อหา และระดับของผู้เรียนไว้หลาย ๆ อย่าง เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด

แนวคิดการผลิตชุดการสอน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 115-116) ได้ให้แนวคิดการผลิตชุดการสอน ดังนี้

แนวคิดที่ 1 คือ ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลซึ่งนักการศึกษาได้นำหลักจิตวิทยา มาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความต้องการความถนัดและความสนใจของผู้เรียนเป็นสำคัญ ความแตกต่างระหว่างบุคคลมีหลายด้าน คือ ความสามารถ สติปัญญา ความต้องการ ความสนใจ ร่างกาย อารมณ์ สังคม เป็นต้น ในการจัดการเรียนการสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลนี้ วิธีการที่เหมาะสมที่สุดคือการจัดการสอนรายบุคคล หรือการสอนตามเอกัตภาพ การศึกษาโดยเสรี การศึกษาด้วยตนเอง ซึ่งล้วนเป็นวิธีเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามสติปัญญา ความสามารถและความสนใจโดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม

แนวคิดที่ 2 คือ ความคิดที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนไปจากเดิมที่เคยยึด “ครู” เป็นแหล่งความรู้หลักมาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อการสอนแบบต่าง ๆ ได้จัดให้ตรงกับเนื้อหาและประสบการณ์ตามหน่วยการสอนของวิชาต่าง ๆ การเรียนด้วยวิธีนี้ครูจะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนเพียงหนึ่งในสามของเนื้อหาทั้งหมด อีกสองส่วนผู้เรียนจะศึกษาด้วยตนเองจากสิ่งที่ผู้สอนเตรียมไว้ในรูปชุดการสอน

แนวคิดที่ 3 คือการใช้โสตทัศนูปกรณ์ได้เปลี่ยนและขยายตัวออกไปเป็นสื่อการสอน ซึ่งมีความหมายรวมไปถึงการจัดขบวนการต่าง ๆ อันได้แก่ สื่อการสอนซึ่งมีความหมายรวมไปถึง

การจัดขบวนการต่าง ๆ อันได้แก่ การสาธิต ทดลอง และกิจกรรมต่าง ๆ เดิมนั้นการผลิตและการใช้สื่อการสอนมักเป็นไปในรูปต่างคนต่างผลิตต่างคนต่างใช้ สื่อมิได้มีการจัดระบบ การใช้สื่อและการผสมผสานกัน (บูรณาการ) ให้เหมาะสมและใช้เป็นแหล่งความรู้สำหรับนักเรียนแนวโน้มใหม่ จึงเป็นการผลิตสื่อการสอนแบบประสมให้เป็นชุดการสอน

แนวคิดที่ 4 คือ ปฏิริยาสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับสภาพแวดล้อมเดิมนั้น ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียนในห้องเรียนมีลักษณะทางเดียว คือ ครูเป็นผู้นำนักเรียนเป็นผู้ตาม ครูมิได้เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นอย่างเสรี ส่วนนักเรียนต่อนักเรียนนั้นแทบไม่มีเลย เพราะครูส่วนใหญ่ไม่ชอบให้นักเรียนคุยกัน นักเรียนมีโอกาสฝึกฝนการทำงานเป็นหมู่คณะน้อย ส่วนที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมก็ติดอยู่กับชอล์ก กระดานดำ และแบบเรียนในห้องสี่เหลี่ยมแคบ ๆ เป็นส่วนใหญ่ แนวโน้มใหม่ในปัจจุบันและอนาคตของขบวนการเรียนรู้จึงต้องนำกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์มาใช้ เป็นการเปิดโอกาสให้เด็กได้ประกอบกิจกรรมร่วมกัน ทฤษฎีกระบวนการกลุ่มจึงเป็นแนวคิดทางพฤติกรรมศาสตร์ซึ่งนำมาสู่การจัดระบบการผลิตสื่อออกมาในรูปชุดการสอน

แนวคิดที่ 5 คือ การจัดสภาพสิ่งแวดล้อม การเรียนรู้ที่ได้ยึดหลักจิตวิทยาการเรียนรู้มาใช้ โดยจัดสภาพการเรียนรู้เป็นการสอนโปรแกรม ซึ่งหมายถึงระบบการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนดังนี้

1. ได้เข้าร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. มีทางทราบว่าการตัดสินใจหรือการทำงานของตนถูกหรือผิดอย่างไร มีการเสริมแรงบอกให้นักเรียนเกิดความภูมิใจที่ทำได้หรือคิดถูกอันจะทำให้กระทำพฤติกรรมนั้นซ้ำอีกในอนาคต
3. ได้ค่อย ๆ เรียนรู้ไปทีละขั้นตอนตามความสามารถและความสนใจของผู้เรียนโดยไม่ต้องมีใครบังคับ การจัดสภาพการณ์ที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ตามนี้ดังกล่าว จะต้องมีการมีมือช่วยบรรลุดูจุดหมายปลายทาง โดยจัดสอนแบบโปรแกรมในรูปกระบวนการและใช้ชุดการสอนเป็นเครื่องมือสำคัญ

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างชุดการสอน แนวความคิดทางทฤษฎีการเรียนรู้ที่เป็นแนวทางในการสร้างชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพมีอยู่ 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. กลุ่มพฤติกรรมนิยม (behaviorism) เป็นกลุ่มที่ตีความพฤติกรรมมนุษย์ว่าเป็นการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้า (stimuli) และการตอบสนอง (responses) บางทีจึงเรียกว่าการเรียนรู้แบบ S-R สิ่งเร้าก็คือข่าวสารหรือเนื้อหาวิชาที่ส่งไปให้ผู้เรียน โดยผ่านกระบวนการเรียนการสอน โปรแกรมการเรียนการสอนอิงหลักการทฤษฎีนี้มากโดยจะแตกลำดับขั้นของการเรียนออกเป็นขั้นตอนย่อย ๆ และเมื่อผู้เรียนเกิดการตอบสนองก็จะสามารถทราบผลได้ทันทีว่าเกิดการเรียนรู้

หรือไม่ ถ้าตอบสนองถูกต้องก็จะมีเสริมแรง โปรแกรมการเรียนการสอนเป็นรายบุคคลถึง ทฤษฎีนี้มาก

2. กลุ่มเกสตัลท์หรือสนามหรือความรู้ความเข้าใจ (Gestalt, field or cognitive theories) เป็นกลุ่มที่เน้นกระบวนการความรู้ ความเข้าใจ หรือการรู้คิดอันได้แก่การรับรู้อย่างมีความหมาย ความเข้าใจและความสามารถในการจัดกระทำ อันเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของพฤติกรรมมนุษย์ ทฤษฎีนี้ถือว่าการเรียนรู้ของมนุษย์นั้นขึ้นกับคุณภาพของสติปัญญาและความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์

3. กลุ่มจิตวิทยาทางสังคมหรือการเรียนรู้ทางสังคม (social psychology or social learning theory) เป็นกลุ่มที่เริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น ทฤษฎีนี้เน้นปัจจัยทางบุคลิกภาพและปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ การเรียนรู้ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการกระทำทางสังคม เรียนรู้จากประสบการณ์โดยตรงหรือผ่านสื่อการเรียนการสอน

คุณค่าของชุดการสอน ในการจัดการเรียนทุกระดับ ชุดการสอนจัดเป็นสื่อการสอน ชนิดหนึ่งที่ได้รับการนิยมนิยามอย่างแพร่หลายเพราะเป็นการนำสื่อหลายชนิดมาประกอบกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน คุณค่าของชุดการสอน ที่มีต่อการเรียนการสอนมีหลายประการ ซึ่ง ชม ภูมิภาค (2528, หน้า 99), วีระ ไทยพานิช (2529, หน้า 137) และชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 117) ได้กล่าวถึงคุณค่าของชุดการสอนซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ช่วยให้ผู้สอนถ่ายทอดเนื้อหาและประสบการณ์ที่สลับซับซ้อนและมีลักษณะเป็นนามธรรม ซึ่งผู้สอนไม่สามารถถ่ายทอดด้วยการบรรยายได้ดี
2. ได้รับความสนใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่กำลังศึกษา เพราะชุดการสอนจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนด้วยตนเอง
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นฝึกการตัดสินใจ แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และมีความรับผิดชอบต่อตนเองและสังคม
4. เป็นการสร้างความพร้อมและความมั่นใจให้แก่ผู้สอน เพราะชุดการสอนผลิตไว้เป็นหมวดหมู่สามารถหยิบใช้ได้ทันที
5. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนของผู้เรียน เพราะสื่อประสม (multi media) ที่ได้จัดไว้ในระบบเป็นการแปรเปลี่ยนกิจกรรมและช่วยรักษาระดับความสนใจของผู้เรียนอยู่ตลอดเวลา
6. แก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลและส่งเสริมการศึกษารายบุคคลตามความสนใจ ตามเวลาและโอกาสที่เอื้ออำนวยแก่ผู้เรียนซึ่งแตกต่างกัน

7. ช่วยจัดปัญหาการขาดแคลนครู ชุดการสอนทำให้ผู้เรียนเรียนได้โดยอาศัยความช่วยเหลือจากครูเพียงเล็กน้อย ทั้งสามารถเรียนด้วยตนเอง ครูคนหนึ่งจึงสามารถสอนนักเรียนได้จำนวนมากขึ้น

8. ช่วยนักเรียนให้รู้จุดมุ่งหมายของการเรียนชัดเจน ตลอดจนรู้วิธีการที่จะบรรลุจุดมุ่งหมาย เป็นการเพิ่มพูนการสนใจในการเรียน นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการกระทำ

9. ชุดการสอนจะกำหนดบทบาทของครูและนักเรียนไว้แน่ชัดว่าตอนใดใครจะทำอะไร อย่างไร ลดบทบาทของการกระทำของครูข้างเดียวนักเรียนรู้โดยการกระทำมากขึ้น

10. ชุดการสอนเกิดจากการเอาวิธีระบบเข้ามาใช้ ย่อมจะมีประสิทธิภาพเพราะได้ผ่านการทดลองหาประสิทธิภาพมาแล้ว โดยผู้มีความชำนาญทั้งในด้านเนื้อหาและวิธีการ เพื่อสร้างเป็นแม่แบบและสามารถจะขยายออกไปได้

11. เป็นการฝึกให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ รู้จักการทำงานร่วมกัน

12. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกวัสดุการเรียนและกิจกรรมที่เขาชอบ

13. มีการวัดผลตัวเองบ่อย ๆ ทำให้นักเรียนรู้การกระทำของเขาและสร้างแรงจูงใจ

องค์ประกอบของชุดการสอน ชุดการเรียนการสอนซึ่งเป็นสื่อประสม แต่ละชุดมีองค์ประกอบดังนี้ (วิชัย วงศ์ใหญ่, 2525, หน้า 175-178; ชม ภูมิภาค, 2528, หน้า 102-103)

1. หัวเรื่อง คือ การแบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วย แต่ละหน่วยแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย เพื่อให้ผู้เรียนรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้นเพื่่อมุ่งเน้นให้เกิดความคิดรวบยอดในการเรียนรู้

2. คู่มือการใช้ชุดการสอน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ที่ใช้ชุดการสอนต้องศึกษาก่อนที่จะใช้ชุดการสอนจากคู่มือให้เข้าใจเป็นครั้งแรกจะทำให้การใช้ชุดการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะคู่มือประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.1 คำชี้แจงเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอน เพื่อความสะดวกสำหรับผู้ที่จะนำชุดการสอนไปใช้จะต้องทำอะไรบ้าง

2.2 สิ่งที่ครูจะต้องเตรียมก่อนสอนส่วนมากจะบอกถึงสิ่งที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะบรรจุไว้ในชุดการสอนหรือสิ่งที่มีการเน่าเสีย สิ่งที่เปราะแตกง่ายหรือสิ่งที่ใช้ร่วมกับคนอื่น ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงที่โรงเรียนจัดขึ้นไว้ที่ศูนย์วัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น

2.3 บทบาทของนักเรียน เสนอแนะว่านักเรียนจะต้องมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมในการเรียนอย่างไรบ้าง

2.4 การจัดชั้นเรียน

2.5 แผนการสอน ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

2.5.1 หัวเรื่อง กำหนดเวลาเรียน จำนวนผู้เรียนเนื้อหาสาระควรจะเขียนสั้น ๆ กว้าง ๆ ถ้าต้องการรายละเอียดควรนำไปรวมไว้ในเอกสารประกอบการเรียน

2.5.2 ความคิดรวบยอด หรือหลักการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นจากเนื้อหาสาระ

2.5.3 จุดประสงค์การเรียนรู้ หมายถึง จุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2.5.4 สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การประเมินผล

3. วัสดุประกอบการเรียน ได้แก่ พกสิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่จะให้นักเรียนศึกษาค้นคว้า เช่น เอกสาร ตำรา บทคัดย่อ รูปภาพ แผนภูมิ วัสดุต่าง ๆ เป็นต้น

4. บัตรงาน เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่มหรือกิจกรรมแบบศูนย์การเรียน บัตรงานนี้อาจจะเป็นกระดาษแข็งหรืออ่อนตามขนาดที่เหมาะสมกับวัยผู้เรียน ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

4.1 ชื่อบัตร กลุ่ม หัวเรื่อง

4.2 คำสั่งว่าจะให้ผู้เรียนปฏิบัติอะไรบ้าง

4.3 กิจกรรมที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติตามลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอน

4.4 กิจกรรมสำรอง จำเป็นสำหรับชุดการสอนแบบกลุ่ม กิจกรรมสำรองนี้จะต้องเตรียมไว้สำหรับนักเรียนบางคน หรือกลุ่มที่ทำได้เสร็จก่อนคนอื่น ให้มีกิจกรรมอย่างอื่นทำเพื่อเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายหรืออาจก่อปัญหาทางวินัยในชั้นเรียน

6. ขนาดรูปแบบของชุดการสอน ชุดการสอนไม่ควรใหญ่หรือเล็กเกินไปควรจัดทำให้มีขนาดพอเหมาะเพื่อสะดวกในการเก็บรักษาและการนำไปใช้ หน้ากล่องหรือซองควรระบุ ดังนี้

6.1 ชุดการสอนที่.....

6.2 วิชา.....

6.3 เรื่อง.....

6.4 ชั้น.....

ประเภทของชุดการสอน ชุดการสอนสามารถจำแนกตามลักษณะของการใช้งาน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 118-119) ได้จำแนกชุดการสอนออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ชุดการสอนประกอบคำบรรยาย เป็นชุดการสอนที่มุ่งขยายเนื้อหาสาระ การสอนแบบบรรยายให้ชัดเจนยิ่งขึ้นช่วยให้ผู้สอนพูดน้อยลงและให้สื่อการสอนทำหน้าที่แทนชุดการสอนแบบบรรยายนี้นิยมใช้กับการฝึกอบรมและการสอนในระดับอุดมศึกษา การสอนแบบบรรยายยังมีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มใหญ่อีกด้วย

2. ชุดการสอนแบบกลุ่มกิจกรรม เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ประกอบกิจกรรมกลุ่ม คือ การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนแบบกลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

3. ชุดการสอนตามเอกัตภาพหรือชุดการสอนรายบุคคล เป็นชุดการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนสามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง บางทีเรียกว่าชุดการเรียนรู้ อาจเป็นการเรียนในโรงเรียนหรือที่บ้านก็ได้เพื่อให้ผู้เรียนก้าวไปข้างหน้าตามความสามารถความสนใจและความพร้อมของผู้เรียน ชุดการสอนรายบุคคลอาจจะออกมาในรูปหน่วยการสอนย่อยหรือโมดูล

4. ชุดการสอนทางไกล เป็นชุดการสอนที่ผู้สอนกับผู้เรียนอยู่ต่างถิ่นต่างเวลากัน มุ่งสอนให้ผู้เรียนศึกษาได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องมาเข้าชั้นเรียน ประกอบด้วยสื่อประเภทสิ่งพิมพ์ รายการวิทยุกระจายเสียง โทรทัศน์ ภาพยนตร์ และ การสอนเสริมตามศูนย์บริการการศึกษา ดังเช่น ชุดการสอนทางไกลของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช เป็นต้น

ขั้นตอนของการผลิตชุดการสอน มีลำดับขั้นตอนในการผลิตชุดการสอนที่สำคัญ 10 ขั้นตอนดังนี้ (ชัยยงค์ พรมวงค์, 2537, หน้า 119)

1. กำหนดหมวดหมู่เนื้อหาและประสบการณ์ อาจกำหนดเป็นหมวดวิชาหรือบูรณาการเป็นแบบสหวิทยาการตามที่เหมาะสม

2. กำหนดหน่วยการสอน แบ่งเนื้อหาวิชาออกเป็นหน่วยการสอนโดยประมาณเนื้อหาวิชาที่ครูจะสามารถถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนได้ในหนึ่งสัปดาห์หรือหนึ่งครั้ง

3. กำหนดหัวเรื่อง ผู้สอนต้องถามตัวเองว่าในการสอนแต่ละหน่วยควรให้ประสบการณ์แก่ผู้เรียนอะไรบ้าง แล้วกำหนดออกมาเป็น 4-6 หัวเรื่อง

4. กำหนดมโนทัศน์และหลักการ มโนทัศน์และหลักการที่กำหนดจะต้องสอดคล้องกับหน่วยและหัวเรื่องโดยสรุปแนวคิดสาระและหลักเกณฑ์สำคัญไว้เพื่อเป็นแนวทางการจัดเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกัน

5. กำหนดจุดประสงค์ให้สอดคล้องกับหัวเรื่อง เป็นจุดประสงค์ทั่วไปก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องมีเงื่อนไขและเกณฑ์การเปลี่ยนพฤติกรรม

6. กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมซึ่งจะเป็นแนวทางการเลือกและการผลิตสื่อการสอน “กิจกรรมการเรียนรู้” หมายถึงกิจกรรมทุกอย่างที่ผู้เรียนปฏิบัติ เช่น การอ่าน การทำกิจกรรมตามบัตรคำสั่ง ตอบคำถาม เขียนภาพ ทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เล่นเกม เป็นต้น

7. กำหนดแบบประเมินผล ต้องประเมินผลให้ตรงกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยใช้แบบทดสอบอิงเกณฑ์ เพื่อให้ผู้สอนทราบว่าหลังจากผ่านกิจกรรมมาเรียบร้อยแล้วผู้เรียนได้เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

8. เลือกและผลิตสื่อการสอน วัสดุอุปกรณ์และวิธีการที่ครูใช้ถือเป็นสื่อการสอนทั้งสิ้น เมื่อผลิตสื่อการสอนของแต่ละหัวเรื่องแล้วก็จัดสื่อการสอนเหล่านั้นให้เป็นหมวดหมู่ในกล่องที่เตรียมไว้ก่อนนำไปทดลองหาประสิทธิภาพ เรียกว่า ชุดการสอน

9. หาประสิทธิภาพของชุดการสอน เพื่อเป็นการประกันว่าชุดการสอน ที่สร้างขึ้นมี ประสิทธิภาพในการสอน ผู้สร้างจำเป็นต้องกำหนดเกณฑ์ขึ้นล่วงหน้าโดยคำนึงถึงหลักเกณฑ์ที่ว่า การเรียนบรรลุผล

10. การใช้ชุดการสอน ชุดการสอนที่ได้ปรับปรุงและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แล้ว สามารถนำไปสอนผู้เรียนได้ตามประเภทของชุดการสอนและตามระดับการศึกษาโดยกำหนด ขั้นตอนการใช้ ดังนี้

10.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อพิจารณาพื้นความรู้เดิมของผู้เรียน (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที)

10.2 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

10.3 ชี้นำประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (ขั้นสอน)

10.4 ชี้นำสรุปผลการสอน

10.5 ทำแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อดูพฤติกรรมการเรียนรู้ที่เปลี่ยนไปแล้ว

ในการผลิตชุดการสอนนั้นต้องกำหนดจุดมุ่งหมายเนื้อหากิจกรรมของผู้สอน กิจกรรมของผู้เรียน วัสดุและสื่อการเรียน เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือช่วย ทั้งผู้สอนและผู้เรียนที่จะได้รับความสะดวกในการเรียนรู้ เพราะได้วางแผนทุกอย่างไว้เป็นอย่างดี และผ่านการหาประสิทธิภาพมาแล้ว

การหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2537, หน้า 494-496) ได้ อธิบายไว้ว่า การทดสอบหาประสิทธิภาพของชุดการสอน หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลอง ใช้เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปทดลองสอนจริง นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมา เป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึงระดับประสิทธิภาพของ ชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนจะพึงพอใจ หากชุดการ สอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนนั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มแก่ การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมิน ผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรม สุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

1. ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ ประเมินผลต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลาย ๆ พฤติกรรมกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย คือ ประเมินผลลัพธ์ (products) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่ ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นร้อยละของผลเฉลี่ยของการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E/E_2)

การที่จะกำหนดเกณฑ์ (E/E_2) ให้มีค่าเท่าใดนั้น ให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำ มักจะตั้งไว้ 80/80 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะอาจตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามไม่ควรตั้งเกณฑ์ไว้ต่ำเพราะตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น

ขั้นการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อผลิตชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำชุดการสอนไปทดสอบประสิทธิภาพตามขั้นตอน (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537, หน้า 496-497) ต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 แบบเดี่ยว เป็นการทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และเด็กเก่ง คำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวนี้อาจได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มากแต่ไม่ต้องวิตก เมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก

ขั้นที่ 2 แบบกลุ่ม เป็นการทดลองกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่งกับอ่อน) คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์ โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ ร้อยละ 10

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติจริง เป็นการทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น 30-100 คน คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพใหม่ โดยยึดสภาพความเป็นจริงเป็นเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพ มี 3 ระดับคือ

1. สูงกว่าเกณฑ์
2. เท่าเกณฑ์
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ยอมรับได้ว่ามีประสิทธิภาพ

จากคุณค่าของชุดการสอนดังกล่าว จะเห็นได้ว่าชุดการสอนเป็นเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษาที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการสอนได้เป็นอย่างดี เพราะชุด

การสอนสามารถช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี ช่วยอำนวยความสะดวกให้กับครูที่จะนำมาใช้ในการสอนสภาพปัจจุบัน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอน

งานวิจัยในประเทศ ชุดการสอนเป็นนวัตกรรมอย่างหนึ่ง โดยเฉพาะประเทศไทยได้มีการศึกษาค้นคว้าทำการวิจัยกันอย่างกว้างขวาง โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญที่การเสริมสร้างคุณภาพการศึกษาให้มีมาตรฐานยิ่งขึ้น ชุดการสอนจึงได้เป็นที่ยอมรับทั้งที่ผ่านมาและปัจจุบันซึ่งได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนในด้านการเรียนการสอนไว้มากมาย ดังนี้

ชัยวัฒน์ จันทรภูล (2544) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปทรงและการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.75/83.33 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

สุจินดา พุทธานู (2542) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดการสอนเพื่อฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 88.33/82.22 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

มาลัยพร ทองสีเข้ม (2542) ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างชุดสอนรูปเรขาคณิตและรูปสมมาตร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 91.00/86.67 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

ประภา ยลาโรจนพันธ์ (2539) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนการสอนเพื่อซ่อมเสริมการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่มีผลการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำ ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 97.50/80.00 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 70/70

พรพิมล ไชยชนะ (2539) ทำการวิจัย เรื่องการสร้างชุดการสอนกลุ่มทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องการหา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 96.66/93.33 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

ศิริพจน์ บุญชู (2539) ทำการวิจัย เรื่องการสร้างชุดการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเงินและการบันทึกรายรับรายจ่าย สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.02/86.67 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

อุคร อาจหาญ (2536) ทำการวิจัย เรื่องการสร้างชุดการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.50/95.19 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80

งานวิจัยในต่างประเทศ สำหรับในต่างประเทศได้มีผู้ทำการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชุดการสอนไว้ ได้แก่

มิกส์ (Meeks, 1972, p. 4295-A อ้างถึงใน มัลลัพร ทองสีเข้ม, 2542, หน้า 76) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการสอนโดยใช้ชุดการสอนกับวิธีสอนแบบปกติ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้จากการใช้ชุดการสอน สำหรับนักศึกษาคู ผลการวิจัยพบว่า วิธีสอนโดยใช้ชุดการสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าวิธีสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อาร์มสตรอง (Armstrong, 1972, p. 5669-A อ้างถึงใน มัลลัพร ทองสีเข้ม, 2542, หน้า 76) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ภาษาฝรั่งเศสของผู้เรียนในระดับวิทยาลัย ด้วยการสอนวิธีบรรยายและเรียนจากชุดการเรียนการสอนรายบุคคลชนิดสื่อประสม ผลการวิจัยปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากชุดการเรียนการสอนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ฟราเซียร์ (Frazier, 1975, p. 2589-A อ้างถึงใน มัลลัพร ทองสีเข้ม, 2542, หน้า 76) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการใช้ชุดการสอนในโปรแกรมการอบรมครูประถมศึกษาระดับ 1 คือใช้ชุดการสอนแบบอบรมครู ให้ครูนำความรู้จากการอบรมไปใช้สร้างชุดการสอนเพื่อสอนเด็กระดับ 1 จำนวนครู 86 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 26 คน ผลการศึกษาพบว่า คะแนนของทั้ง 2 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 คือ ครูที่ได้รับการอบรมด้วยชุดการสอน สามารถนำความรู้ไปใช้สร้างชุดการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บรอว์ลีย์ (Brawley, 1975, p. 1280-A อ้างถึงใน มัลลัพร ทองสีเข้ม, 2542, หน้า 76) ได้วิจัยประสิทธิภาพของชุดการเรียนการสอนแบบสื่อประสม (multi-media instruction module) เพื่อสอนเรื่องการบอกเวลาสำหรับเด็กเรียนช้า ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

แอนเดอร์สัน (Anderson, 1982 อ้างถึงใน สุจินดา พุทธานู, 2542, หน้า 54) ได้ศึกษาการสร้างชุดการเรียนด้วยตนเอง เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาสังคมศึกษา ในระดับอุดมศึกษา โดยการใช้ชุดการเรียนกับวิธีสอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนด้วยตนเองมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนด้วยการใช้ชุดการเรียนกับวิธีสอนแบบบรรยาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างกันด้านทัศนคติที่มีต่อวิชาสังคมศึกษาและผู้เรียน โดยมากชอบชุดการเรียนด้วยตนเอง

ฮาวเลย์ (Howley, 1989 อ้างถึงใน สุจินดา พุทธาน, 2542, หน้า 54) ได้ศึกษาการใช้ชุดการสอนเกี่ยวกับการค้นหาข้อมูลในคอมพิวเตอร์ จากศูนย์ข้อมูลระดับ ERIC เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา คือ ชุดการสอนเกี่ยวกับฐานข้อมูล ERIC ซึ่งประกอบด้วย

1. คู่มือการสอนสำหรับครูเกี่ยวกับฐานข้อมูล ERIC
2. คำแนะนำเกี่ยวกับหลักการใช้และแบบทดสอบการประเมินผลนักเรียน
3. คู่มือการฝึกปฏิบัติ

ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลในคอมพิวเตอร์จากฐานข้อมูลระบบ ERIC ได้ หลังจากได้รับการสอนจากครูที่ใช้ชุดการสอน ERIC

จากผลการศึกษางานวิจัยดังกล่าวข้างต้นพอสรุปได้ว่า ชุดการสอนที่มีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้ในการเรียนได้ เช่นเดียวกับการเรียนการสอนตามปกติ และโดยส่วนรวมแล้วผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน จะสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เกิดจากการสอนตามปกติในห้องเรียน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเชื่อว่าองค์ประกอบต่าง ๆ ของชุดการสอนเป็นสิ่งสำคัญที่มีส่วนทำให้การเรียนการสอนในชุดการสอนได้ดำเนินไปอย่างมีระบบ กฎเกณฑ์ ตามแนวทางของการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชุดการสอนนั้นและจะมีผลทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมอย่างสนุกสนาน เพลิดเพลิน โดยไม่คิดว่าตนเองกำลังเรียนเนื้อหาวิชาอยู่ การเรียนแบบนี้จะทำให้ผู้เรียนได้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่หลักสูตรต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างชุดการสอน เรื่องสมการ วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ขึ้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนต่อไป

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะรวมถึงความสามารถของบุคคล อันมาจากการเรียนการสอนหรือมวลประสบการณ์ทั้งปวงที่บุคคลได้รับจากการเรียนการสอน ทำให้บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ของสมรรถภาพทางสมอง (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 29) เป็นความรู้ความเข้าใจความสามารถและทักษะทางด้านวิชาการ รวมทั้งสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ได้แก่ ระดับสติปัญญา การคิดการแก้ปัญหาต่าง ๆ ของเด็กซึ่งแสดงให้เห็นคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หรือการรายงาน ทั้งเขียนและพูด การทำงานที่ได้รับมอบหมาย ตลอดจนการทำ

บ้านในแต่ละรายวิชา นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ยังหมายรวมถึงความสามารถทางด้านสติปัญญา (cognitive domain) ซึ่งจำแนกตามพฤติกรรมในการเรียนคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ระดับ (Winson, 1971, pp. 643-696 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์ จันทรกุล, 2544, หน้า 42-45) ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (computation) ระดับนี้เป็นการวัดเกี่ยวกับทักษะในการคำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไป แล้ว พฤติกรรมนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง เป็นการถามเพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบหรือแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้วนอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนต้องนำมาใช้เสมอ

1.1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม เป็นการถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่ได้เคยเรียนมาแล้วโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด และไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย

1.1.3 ความรู้ความจำเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ คือ การคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มีได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มีได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง

1.2 ความเข้าใจ (comprehension) เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้ การจัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 6 ชั้น คือ

1.2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ เป็นความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้อมาสัมพันธ์กันโดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง หรืออาจจะกล่าวได้ว่ามโนคติเป็นเซตของสิ่งที่เกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

1.2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติและตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรจะรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้วคำถามในระดับนี้บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในขั้นการวิเคราะห์ก็ได้ ถ้าหากคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักและกฎที่ผู้เรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก

1.2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เป็นการถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวังส่วนใหญ่ จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

1.2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่งเป็นความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้รวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น

1.2.5 ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของการอนุมาน ดังนั้นการที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

1.2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ ความสามารถนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

1.3 การนำไปใช้ (application) เป็นการนำความรู้ กฎ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนมาแล้วไปแก้ปัญหามาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัดหรือเคยทำแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ขั้น ดังนี้

1.3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหารธรรมดาเป็นปัญหาล้ำกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียน โดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหามา

1.3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ เป็นการถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น มโนคติ กฎ ศัพท์ นิยาม ของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปในการตัดสินใจ

1.3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการแยกแยะจำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วนย่อย ว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้ปัญหาโจทย์

1.3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบ ลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหาการจัดกระทำกับข้อมูลระลึกถึงความสัมพันธ์ จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

1.4 การวิเคราะห์ (analysis) พฤติกรรมในขั้นนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย ผู้เรียนที่ตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ต้องมีความสามารถในระดับสูง และเป็นการแก้ปัญหามากกว่าธรรมดาหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่าโจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถในสามขั้นที่กล่าวมา

รวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ พฤติกรรมในขั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ขั้น

1.4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา เป็นความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ ผู้เรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย สำรวจว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอนรวมทั้งการเรียนรู้สัญลักษณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

1.4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

1.4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ เป็นความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้ โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

1.4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ เป็นความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่อยู่ยากซับซ้อนกว่าการเขียนการพิสูจน์ เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดบ้าง

1.4.5 ความสามารถในการสร้าง และแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป เป็นความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบคำถามจะแสดงความสมเหตุสมผล

กล่าวสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถทางด้านความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ รวมทั้งความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ที่เกิดจากบุคคลที่ได้รับจากการเรียน ทำให้มีการพัฒนาขึ้นเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ รวมทั้งสามารถนำความรู้เหล่านี้ไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ

2. ความหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การตรวจสอบดูว่านักเรียนได้บรรลุถึงจุดหมายทางการศึกษาตามที่หลักสูตรได้กำหนดไว้แล้วเพียงใด ทั้งนี้ยกเว้นในด้านร่างกาย อารมณ์ สังคมและการปรับตัว นอกจากนี้แล้วยังหมายรวมไปถึงการประเมินผลความสำเร็จต่าง ๆ ทั้งที่เป็นการวัดโดยใช้แบบทดสอบแบบให้ปฏิบัติการ และแบบที่ไม่ใช้แบบทดสอบด้วยจุดหมายปลายทางของการวัดดังกล่าวนี้ก็เพื่อที่จะตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักเรียนภายหลังจากเรียนไปแล้ว ฉะนั้นเราจะเห็นได้ว่าการวัดผล

สัมฤทธิ์ทางการเรียน มีขอบเขตกว้างขวางและสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิดกับจุดมุ่งหมายทางการศึกษา ถ้าตั้งจุดหมายให้ชัดเจนก็จะทำให้การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในตัวเด็กก้าวหน้ามีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น (สุรชัย ขวัญเมือง, 2522, หน้า 232)

3. จุดมุ่งหมายของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการตรวจสอบระดับความสามารถของสมรรถภาพทางสมองของบุคคลว่า เรียนแล้วรู้อะไรบ้าง และมีความสามารถในด้านใดมากน้อยแค่ไหน เช่น มีพฤติกรรมด้านความจำความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่ามากน้อยอยู่ระดับใด นั่นคือ การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนในด้านพุทธิพิสัยนั่นเอง ซึ่งการวัด 2 องค์ประกอบตามจุดมุ่งหมายและลักษณะของวิชาที่เรียน (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 29-30) คือ

3.1 การวัดด้านปฏิบัติ เป็นการตรวจสอบความรู้ความสามารถทางการปฏิบัติโดยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ให้เห็นเป็นผลงานปรากฏออกมา ให้ทำการสังเกตและวัดได้ เช่น วิชา ศิลปศึกษา พลศึกษา การช่าง เป็นต้น การวัดแบบนี้จึงต้องวัดโดยใช้ข้อสอบปฏิบัติ (performance test) ซึ่งการประเมินผลจะพิจารณาที่วิธีปฏิบัติ (procedure) และผลงานที่ปฏิบัติ (product)

3.2 การวัดด้านเนื้อหา เป็นการตรวจสอบความรู้ ความสามารถ เกี่ยวกับเนื้อหาวิชา รวมถึงพฤติกรรมความสามารถในด้านต่าง ๆ อันเป็นผลมาจากการเรียนการสอนมีวิธีการสอบวัดได้ 2 ลักษณะคือ

3.2.1 การสอบปากเปล่า (oral test) การสอบแบบนี้มักกระทำเป็นรายบุคคล ซึ่งเป็นการสอบที่ต้องการดูแลเฉพาะอย่าง เช่น การสอนอ่านหนังสือ การสอบสัมภาษณ์ ซึ่งต้องการดูการใช้ถ้อยคำในการตอบคำถาม รวมทั้งการแสดงความคิดเห็นและบุคลิกภาพต่าง ๆ เช่น การสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งต้องวัดความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่ทำตลอดจนแง่มุมต่าง ๆ การสอบปากเปล่าสามารถสอบวัดได้ละเอียดลึกซึ้งและคำถามก็สามารถเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมได้ตามต้องการ

3.2.2 การสอบแบบให้เขียนตอบ เป็นการสอบวัดที่ให้ผู้เขียนตอบเป็นตัวหนังสือ ซึ่งมีรูปแบบการตอบอยู่ 2 แบบ คือ

3.2.2.1 แบบไม่จำกัดคำตอบ ซึ่งได้แก่ การสอบวัดที่ใช้ข้อสอบแบบอัตนัย หรือความเรียงนั่นเอง

3.2.2.2 แบบจำกัดคำตอบ ซึ่งเป็นการสอบที่กำหนดขอบเขตของคำถามที่จะให้ตอบหรือกำหนดคำตอบมาให้เลือก ซึ่งมีรูปแบบของคำตอบอยู่ 4 แบบ คือ แบบเลือกทางใดทางหนึ่ง แบบจับคู่ แบบเติมคำ และแบบเลือกคำตอบ

กล่าวได้ว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความรู้ ทักษะและความสามารถทางสมองในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนหลังจากที่เรียนเรื่องนั้น ๆ แล้วว่า มีความรู้

ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนแล้วนั้นมาน้อยเพียงใด หรือมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมตามความมุ่งหมายของหลักสูตรในวิชานั้น ๆ เพียงใด

4. ประเภทของการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน สามารถกระทำได้ 2 ลักษณะ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530, หน้า 31-32) คือ

4.1 การทดสอบแบบอิงกลุ่มหรือการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการทดสอบหรือการสอบวัดที่เกิดจากแนวความเชื่อในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลที่ว่า ความสามารถของบุคคลใด ๆ ในเรื่องใดนั้นมีไม่เท่ากัน บางคนมีความสามารถเด่น บางคนมีความสามารถด้อย และส่วนใหญ่จะมีความสามารถปานกลาง การกระจายของความสามารถของบุคคลถ้านำมาเขียนกราฟจะมีลักษณะคล้าย ๆ โค้งรูประฆังหรือที่เรียกว่าโค้งปกติ ดังนั้น การทดสอบแบบนี้จะยึดคนส่วนกลุ่มคะแนนจะมีความหมายก็ต่อเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับคะแนนของบุคคลอื่นที่สอบด้วยข้อสอบฉบับเดียวกัน จุดมุ่งหมายของการสอบแบบนี้ก็เพื่อสามารถจะได้คะแนนสูง คนที่มีความสามารถด้อยกว่าก็จะได้คะแนนลดหลั่นลงถึงคะแนนต่ำสุด

4.2 การทดสอบอิงเกณฑ์หรือการวัดผลแบบอิงเกณฑ์ ยึดความเชื่อในเรื่องการเรียนรู้เพื่อรอบรู้ กล่าวคือ ยึดหลักว่าในการเรียนการสอนนั้นจะต้องมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนทั้งหมดหรือเกือบทั้งหมดประสบความสำเร็จในการเรียน แม้ว่าผู้เรียนจะมีลักษณะต่างกันไปแต่ทุกคนได้รับการส่งเสริมให้พัฒนาไปถึงขีดความสามารถสูงสุดของตน โดยอาจใช้เวลาแตกต่างกันในแต่ละบุคคล ดังนั้นการทดสอบแบบอิงเกณฑ์จึงมีการกำหนดเกณฑ์ขึ้น แล้วนำผลการสอบวัดของแต่ละบุคคลเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ไม่ได้มีการนำผลไปเปรียบเทียบกับบุคคลอื่น ๆ ในกลุ่มความสำคัญของการทดสอบแบบนี้จึงอยู่ที่การกำหนดเกณฑ์เป็นสำคัญ

เกณฑ์ หมายถึง กลุ่มของพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ในแต่ละรายวิชาตามจุดมุ่งหมายของการสอนแต่ละบทหรือแต่ละหน่วยการเรียนรู้ของวิชานั้นซึ่งอาจเป็นจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมหรือกลุ่มของพฤติกรรมก็ได้ จุดมุ่งหมายของการทดลองแบบนี้จึงเป็นการตรวจสอบดูว่าใครเรียนได้ถึงเกณฑ์ และใครยังเรียนไม่ถึงเกณฑ์ ควรได้รับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป เช่น อาจให้มีการเรียนซ่อมเสริม เป็นต้น

สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลในปัจจุบันนี้ เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางซึ่งได้นำมาพิจารณาใช้ในการตัดสินผลทางการศึกษา ได้แก่ การทดสอบแบบอิงกลุ่มและการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ เนื่องจากผู้เรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถของตนเอง จากการเรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้น เป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

ลักษณะการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ กระบวนการทดสอบแบบอิงเกณฑ์ เป็นการทดสอบซึ่งแปลความหมายของคะแนน โดยการนำเอาผลการปฏิบัติงานนั้นไปเทียบกับมาตรฐานที่แท้จริง ซึ่งเป็นเกณฑ์ภายนอกกลุ่มที่กำหนดไว้อย่างรอบคอบโดยไม่เปรียบเทียบกับผลงานของคนอื่น ๆ ภายในกลุ่ม ดังนั้น ผลงานของนักเรียนจะอยู่ในระดับมาตรฐานหรือไม่ ต้องพิจารณาหรือเปรียบเทียบกับมาตรฐานที่แท้จริงเท่านั้น (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2527, หน้า 14)

การจัดประเภทแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบอิงเกณฑ์เน้นการวัดระดับความสามารถของนักเรียนว่ามีความสามารถระดับใด โดยไม่นำไปเปรียบเทียบกับนักเรียนคนอื่น ๆ ดังนั้น แบบทดสอบอิงเกณฑ์จึงสามารถจำแนกเป็น 2 ประเภท (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2527, หน้า 21-22) ได้ดังนี้

1. แบบทดสอบอิงจุดประสงค์ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นโดยยึดจุดประสงค์รายวิชา ส่วนมากจะมีการกำหนดระดับเกณฑ์หรือมาตรฐานเพื่อบ่งชี้ระดับความรู้ของผู้สอบ ซึ่งมักจะใช้คะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

2. แบบทดสอบอิงความรู้ เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่สร้างขึ้นโดยยึดหลักเฉพาะของมวลความรู้ แบบทดสอบชนิดนี้จะหลีกเลี่ยงการกำหนดคะแนนจุดตัด แต่จะการใช้การประมวลผลความสามารถของผู้สอบที่จะสามารถตอบข้อสอบถูกในประชากรข้อสอบ

ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ แบบทดสอบอิงเกณฑ์เป็นแบบทดสอบที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการประเมินผลการเรียนในระดับชั้นเรียน ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ มีขั้นตอนสำคัญอยู่ 7 ขั้นตอน (บุญเชิด ภิญโญนนตพงษ์, 2527, หน้า 38-44) คือ

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์

ขั้นที่ 2 แปลงจุดประสงค์หลักให้เฉพาะเจาะจง

ขั้นที่ 3 เขียนข้อสอบหรือผลิตข้อสอบ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบข้อสอบ

ขั้นที่ 5 วิเคราะห์ข้อสอบ

ขั้นที่ 6 คัดเลือกข้อสอบกำหนดความยาวและคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

ขั้นที่ 7 วิเคราะห์แบบทดสอบ

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ทำการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา ให้เป็นข้อ ใหญ่ ๆ และในแต่ละหัวข้อเนื้อหาต้องทำการวิเคราะห์จุดประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดในหัวข้อเนื้อหานั้น ๆ การวิเคราะห์จุดประสงค์ต้องใช้วิธีวิเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ (task analysis) โดยวิเคราะห์พฤติกรรมตามลำดับขั้นของการเรียนรู้ซึ่งจะทำให้ได้พฤติกรรมย่อย ๆ มากมาย มีทั้งพฤติกรรมปลายทางพฤติกรรมต้นทางหรือพฤติกรรมระหว่างทาง พฤติกรรมปลายทาง คือ

พฤติกรรมที่ต้องการวัดหรือจุดประสงค์หลัก นำหัวข้อเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์หลักบันทึกลงในตาราง ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์

หัวข้อเนื้อหา	พฤติกรรม				รวม
	1	2	3	4	
A	A ₁	A ₂	-	-	2
B	B ₁	B ₂	B ₃	-	3
C	-	C ₂	C ₃	C ₄	3
D	-	D ₂	D ₃	-	2

จากตาราง 2 แสดงว่า

หัวข้อ A ต้องการปลูกฝังพฤติกรรม 1 และ 2

หัวข้อ B ต้องการปลูกฝังพฤติกรรม 1, 2 และ 3

หัวข้อ C ต้องการปลูกฝังพฤติกรรม 2, 3 และ 4

หัวข้อ D ต้องการปลูกฝังพฤติกรรม 2 และ 3

ขั้นที่ 2 การแปลงจุดประสงค์หลักให้เฉพาะเจาะจง จุดประสงค์หลักที่วิเคราะห์ได้ยังมีลักษณะไม่เฉพาะเจาะจง จึงต้องแปลงจุดประสงค์หลักให้เฉพาะเจาะจงโดยแตกพฤติกรรมหลักให้เป็นพฤติกรรมย่อยๆ ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์

หัวข้อเนื้อหา	พฤติกรรม				รวม
	1	2	3	4	
A	5	4	-	-	9
B	8	5	5	-	18
C	-	6	5	4	15
D	-	3	3	-	8
รวม					50

จากตาราง 3 แสดงว่า

พฤติกรรมหลัก A_1 มีพฤติกรรมย่อย 5 พฤติกรรม

พฤติกรรมหลัก A_2 มีพฤติกรรมย่อย 4 พฤติกรรม

พฤติกรรมหลัก D_2 มีพฤติกรรมย่อย 5 พฤติกรรม

พฤติกรรมหลัก D_3 มีพฤติกรรมย่อย 3 พฤติกรรม

เมื่อได้พฤติกรรมย่อย ๆ ของแต่ละหัวข้อเนื้อหาวิชาแล้วนำพฤติกรรมเหล่านั้นมาใช้เป็นแนวทางในการเขียนข้อสอบ โดยการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ขั้นที่ 3 การเขียนข้อสอบหรือผลิตข้อสอบเมื่อแปลงจุดประสงค์หลักเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว ต่อไปก็เขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การเขียนข้อสอบจำเป็นต้องอาศัยศิลปะและประสบการณ์เฉพาะคน จึงจะได้ข้อสอบที่ดีสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการ

ขั้นที่ 4 การตรวจทานข้อสอบ การตรวจทานข้อสอบเป็นการตรวจสอบข้อสอบเป็นรายข้อหลักจากเขียนข้อสอบเสร็จแล้ว เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้สอบ และให้ความถูกต้องตามหลักวิชาทั้งด้านเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการทดสอบ

ขั้นที่ 5 การวิเคราะห์ข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นการประเมินคุณภาพข้อสอบด้านความแม่นยำเชิงเนื้อหาและความแม่นยำเชิงโครงสร้าง เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพมารวมฉบับ

ขั้นที่ 6 การคัดเลือกข้อสอบ เป็นการพิจารณาตัดสินว่าจะยอมรับข้อสอบด้านการคัดเลือกข้อสอบแบบอิงเกณฑ์มารวมฉบับ ใช้เกณฑ์คุณภาพโดยอาศัยเกณฑ์คุณภาพด้านความแม่นยำตรงเนื้อหาตั้งแต่ 50%-100% และแม่นยำตรงเชิงโครงสร้างตั้งแต่ 20%-100% เมื่อเลือกข้อสอบได้จำนวนมากพอสมควรแล้วจึงนำมารวมฉบับ แบบทดสอบจะประกอบด้วยข้อสอบจำนวนกี่ข้อ และจะใช้คะแนนจุดตัดเท่าไรต้องพิจารณาตัดสินให้เหมาะสมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งแล้วแต่ผู้สร้างแบบทดสอบจะใช้วิธีใด บางวิธีอาจจะต้องนำแบบทดสอบไปสอบนักเรียน เพื่อนำคะแนนที่สอบได้มาประมาณจำนวนข้อสอบและค่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบ

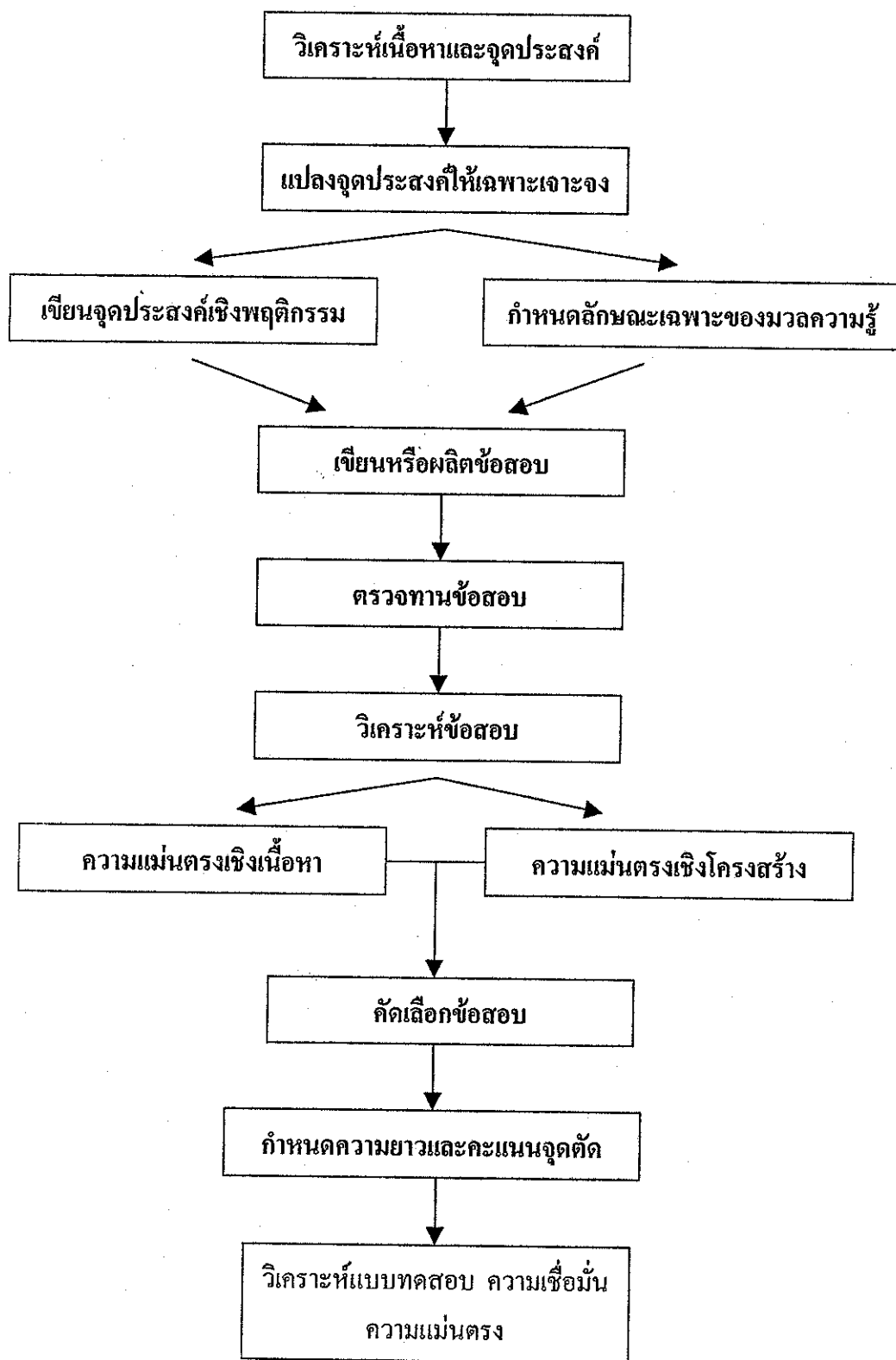
ขั้นที่ 7 การวิเคราะห์แบบทดสอบ เป็นการประเมินคุณภาพด้านความเชื่อมั่นและความแม่นยำของแบบทดสอบ หลังจากที่ยกเลิกข้อสอบมารวมเป็นฉบับแล้วต้องตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับว่ามีความเชื่อมั่นและความแม่นยำหรือไม่เพียงพอ การวิเคราะห์แบบทดสอบอิงเกณฑ์มักทำการตรวจความเชื่อมั่นเพียงอย่างเดียว ส่วนความแม่นยำของแบบทดสอบอิงเกณฑ์นั้นมักพิจารณาความแม่นยำรายข้อ เมื่อตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับและให้ค่าคุณภาพแบบทดสอบในระดับที่พอใจ ก็นำแบบทดสอบไปจัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

หลักการเขียนข้อสอบอิงเกณฑ์ ตามหลักการเขียนข้อสอบแบบอิงเกณฑ์อาจจะเขียนเป็นแบบปรนัยหรืออัตนัยก็ได้ อย่างไรก็ตามข้อสอบแบบปรนัยที่กำหนดตัวเลือกให้เลือกตอบย่อมมีข้อดีต่าง ๆ มากกว่าข้อสอบแบบปรนัยชนิดอื่น ๆ ดังนั้น ส่วนประกอบของข้อสอบแบบเลือกตอบหลายตัวเลือกจะประกอบด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 เป็นตอนนำจะเป็นส่วนที่เป็นปัญหาสำหรับใช้ถามผู้ตอบ

ส่วนที่ 2 เป็นคำตอบซึ่งเป็นเซตของตัวเลือกและในการตอบนี้ต้องเลือกคำตอบที่ถูกจากตัวเลือกดังกล่าว ตอนนำอาจเขียนในแบบต่าง ๆ กัน

ในการเขียนข้อสอบอิงเกณฑ์แบบตัวเลือกให้ตอบมีลักษณะสำคัญอย่างหนึ่ง คือ ข้อคำถามต้องชัดเจน เมื่อผู้สอบอ่านตอนนำแล้วก็รู้ได้ทันทีว่าผู้ถามต้องการถามอะไรก่อนที่จะลงมืออ่านตัวเลือก ลักษณะสำคัญดังกล่าวนี้เป็นหลักการอย่างหนึ่งสำหรับการเขียนข้อสอบ ถ้าข้อสอบมีความคลุมเครือกำกวมผู้ตอบก็ไม่สามารถจะตอบในสิ่งที่ผู้ถามต้องการได้



ภาพที่ 4 แผนภูมิขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ (บุญเชิด ภิญญอนันตพงษ์, 2527, หน้า 39)

การกำหนดคะแนนจุดตัดโดยใช้ดุลยพินิจของผู้เชี่ยวชาญตัดสิน การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ จำเป็นต้องอาศัยเกณฑ์หรือมาตรฐานสำหรับแปลความหมายคะแนนผลการสอบคะแนนจุดตัดมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่น ๆ เช่น การหาค่าความเชื่อมั่นและค่าความแม่นยำ ดังนั้น ได้มีผู้ศึกษาค้นคว้าหาวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดวิธีต่าง ๆ หลายวิธี เช่น มิลล์แมน (Millman, 1973, pp. 205-216 อ้างอิงใน บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527, หน้า 117) ได้วิธีการพิจารณาคะแนนสอบผ่านหรือคะแนนจุดตัดจากสิ่งต่อไปนี้

1. ผลการปฏิบัติของคนอื่น ๆ
2. เนื้อหาสาระของข้อสอบ
3. ความต่อเนื่องทางการศึกษา
4. การสูญเสียทางการเงินและทางจิตวิทยา
5. ความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากคะแนนเดาและการสุ่มข้อสอบ

ส่วนแกลส (Glass, 1978, pp. 237-261 อ้างอิงใน บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์, 2527, หน้า 117-128) ได้รวบรวมวิธีการหาคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์โดยพิจารณาจากสิ่งต่อไปนี้

1. ผลการปฏิบัติของคนอื่น ๆ เป็นเกณฑ์
2. การนับลดจาก 100%
3. สมรรถภาพขั้นต่ำสุดซึ่งมีวิธีการของ
 - 3.1 วิธีของนิเคลสกี
 - 3.2 วิธีของอีเบล
 - 3.3 วิธีของแองกอฟ
4. ปรับตามคะแนนเกณฑ์อื่น ๆ
5. ทฤษฎีการตัดสินใจ
6. ผลวิจัยเชิงปฏิบัติ

จากรายละเอียดของวิธีการหาคะแนนจุดตัดที่กล่าวมา ได้กำหนดวิธีการหาคะแนนจุดตัดไว้หลายวิธี สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการหาคะแนนจุดตัดโดยการกำหนดคะแนนจุดตัดจากเนื้อหาสาระของข้อสอบและการหาคะแนนจุดตัดของเอง ดังนั้น จึงขอเสนอรายละเอียดเฉพาะเทคนิคการหาจุดตัดโดยการกำหนดคะแนนจุดตัดจากเนื้อหาสาระของข้อสอบและของแองกอฟเท่านั้น

การกำหนดจุดตัดจากเนื้อหาสาระของข้อสอบ หลักการวิธีการนี้จะอาศัยระดับความยากของเนื้อหาวิชาหรือครูผู้สอนเป็นผู้พิจารณาเนื้อหาข้อสอบ เพื่อที่จะหาว่าจำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุด ซึ่งผู้สอบจำเป็นต้องตอบถูกเพื่อแสดงความรอบรู้เป็นเท่าไร

วิธีการหาคะแนนจุดตัดมีลำดับขั้นดังนี้

1. จัดกลุ่มข้อสอบตามจุดประสงค์หลัก
2. นำกลุ่มข้อสอบให้ครูผู้สอนพิจารณาความยากของเนื้อหาข้อสอบ แล้วให้ครูผู้สอนระบุจำนวนข้อสอบที่น้อยที่สุดที่ผู้สอบจำเป็นต้องตอบถูก วิธีการนี้อาจกล่าวอีกอย่างหนึ่งได้ว่าจากความยากของข้อสอบแต่ละกลุ่มผู้ที่มีความรอบรู้จะสามารถตอบถูกกี่ข้อ
3. นำผลการพิจารณาของครูผู้สอนมาหาค่าเฉลี่ย
4. กำหนดคะแนนจุดตัดจากค่าเฉลี่ยในขั้นที่ 3

ตัวอย่าง

สมมติว่าต้องการหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์ฉบับหนึ่งจำนวน 30 ข้อ จึงนำข้อสอบมาจัดกลุ่มตามจุดประสงค์หลัก 3 ข้อ ได้ข้อสอบ 3 กลุ่ม ๆ ละ 10 ข้อ นำข้อสอบที่จัดเรียงตามกลุ่มแล้วไปให้ครูผู้สอน 3 คน พิจารณาความยากของเนื้อหาข้อสอบ และพิจารณาว่าผู้มีความรอบรู้ควรจะต้องตอบข้อสอบถูกอย่างน้อยกี่ข้อ นำผลการพิจารณาของครูผู้สอนมาบันทึกลงในตารางเตรียมคำนวณแล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นรายจุดประสงค์และค่าเฉลี่ยรวมได้ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงการหาค่าเฉลี่ยเป็นรายจุดประสงค์

จุดประสงค์หลัก	ข้อสอบ	ผลการพิจารณาของครู			รวม	
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		เฉลี่ย
ข้อ 1	ข้อ 1-10	6	6	5	17	5.7
ข้อ 2	ข้อ 11-20	7	7	8	22	7.3
ข้อ 3	ข้อ 21-30	8	8	8	24	8.0
รวม					63	21.0

ถ้ากำหนดคะแนนจุดตัดแยกตามจุดประสงค์หลัก จะได้คะแนนจุดตัดจากค่าเฉลี่ยในตารางดังนี้ จุดประสงค์หลักข้อ 1 คะแนนจุดตัดเท่ากับ 6 คะแนน จุดประสงค์หลักข้อ 2 คะแนนจุดตัดเท่ากับ 7 คะแนน และจุดประสงค์หลักข้อ 3 คะแนน จุดตัดเท่ากับ 8 คะแนน ถ้ากำหนดคะแนนจุดตัดรวมทั้งฉบับจะได้คะแนนจุดตัดเท่ากับ 21 คะแนน

เทคนิคของแองกอฟ หลักการวิธีนี้อาศัยความน่าจะเป็นที่นักเรียนซึ่งมีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดที่จะยอมรับได้ตอบข้อสอบถูกโดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญเนื้อหาวิชาหรือครูผู้สอนพิจารณาค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูก จะนำมาใช้เป็นคะแนนจุดตัด

วิธีการหาคะแนนจุดตัด มีลำดับขั้นดังนี้

1. นำข้อสอบทั้งหมดไปให้ครูผู้สอนกลุ่มหนึ่งพิจารณาเนื้อหาข้อสอบและความยาก
2. ให้ครูผู้สอนพิจารณาต่อไปว่านักเรียนที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดตามเนื้อหา ข้อสอบ จะมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบแต่ละข้อถูกเป็นเท่าไร
3. นำค่าความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูก ที่ครูผู้สอนแต่ละคนพิจารณาไว้มาหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของความน่าจะเป็น
4. กำหนดคะแนนจุดตัดจากค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยในขั้นที่ 3

ตัวอย่าง

สมมติว่า ต้องการหาคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบอิงเกณฑ์จำนวน 5 ข้อ จึงนำข้อสอบดังกล่าวไปให้ครูผู้สอน 3 คนพิจารณาเนื้อหาข้อสอบ และให้ประมาณว่าถ้านักเรียนที่มีสมรรถภาพขั้นต่ำสุดตอบข้อสอบดังกล่าวแล้วจะมีความน่าจะเป็นในการตอบข้อสอบถูกเป็นเท่าไร แล้วนำมาบันทึกลงในตารางเตรียมคำนวณ และรวมค่าความน่าจะเป็นและหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงการหาค่าความน่าจะเป็นในการตอบถูกตามความคิดเห็นของครู

ข้อสอบ	ความน่าจะเป็นในการตอบถูก ตามความคิดเห็นของครู			รวม
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	1.0	0.9	0.9	2.8
2	0.5	0.6	0.4	1.5
3	0.9	0.8	0.9	2.6
4	0.7	0.8	0.8	2.3
5	0.8	0.8	0.9	2.5
รวม				11.7

นำค่าความน่าจะเป็นรวมทั้งหมดมาหาค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยได้เท่ากับ 78% ดังนั้นคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบฉบับนี้คือ 78% หรือ 4 คะแนน

การกำหนดคะแนนจุดตัดที่กล่าวมา เป็นการกำหนดโดยอาศัยความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ คนมาเฉลี่ย จะช่วยให้ผลที่ได้เชื่อถือได้และถูกต้องยิ่งขึ้น จากที่กล่าวมาข้างต้นเกี่ยวกับวิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดมีอยู่หลายวิธีแต่วิธีการกำหนดคะแนนจุดตัดที่เหมาะสมมาก คือ

วิธีการกำหนดจากสมรรถภาพขั้นต่ำซึ่งอาศัยการพิจารณาที่มีรายละเอียดรัดกุมกว่าวิธีการอื่น ๆ
อย่างไรก็ตามการจะเลือกใช้วิธีใดก็ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมด้านเวลาและลักษณะของข้อสอบ
ที่ยึดเนื้อหาหรือจุดประสงค์เป็นพื้นฐานด้วย