



บทที่ 2

วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง "ชนิดและสาเหตุของการคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานการประถมศึกษาจังหวัดเพชรบุรี" ได้แบ่งลักษณะการศึกษาออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

1. ความสำคัญ ความมุ่งหมาย และลักษณะสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา
2. ลักษณะ ขอบข่าย และเนื้อหาเรื่องการคูณในระดับประถมศึกษา
3. ลำดับชั้นการเรียนรู้ และงานวิจัยเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้
4. การวินิจฉัยการเรียนรู้ และงานวิจัยเกี่ยวกับการวินิจฉัยการเรียนรู้

ความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์

วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีบทบาทสำคัญยิ่งวิชาหนึ่ง เพราะคณิตศาสตร์เป็นเครื่องนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคนิค เศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนเป็นพื้นฐานสำหรับการค้นคว้าวิจัยทุกประเภท อาจกล่าวได้ว่า ความเจริญในวิทยาการทุกแขนงต้องอาศัยหลักการทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น เป็นที่ยอมรับว่าคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ ความสามารถทางคณิตศาสตร์มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการเป็นพลเมืองของชาติ เพราะวิชาคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล และสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญทัน อยู่ช่มบุญ 2529:1)

นอกจากนี้ สุวรรณ มุ่งเกษม (2513:1-2) ได้สรุปความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 3 ประการคือ

1. ความสำคัญในแง่ของการนำไปใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอาชีพ
 - ก. ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ในชีวิตประจำวันของคนเราทุกคนต้องใช้คณิตศาสตร์และเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์อยู่เสมอ จนบางครั้งเราไม่ทันนึกว่า เรากำลังใช้คณิตศาสตร์อยู่ อาทิเช่น ในการดูเวลา การกระยะทาง การซื้อขาย การกำหนดรายรับ-รายจ่ายในครอบครัว หรือแม้แต่การเล่นกีฬา เป็นต้น

ข. ประโยชน์ในงานอาชีพต่าง ๆ

ความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นยิ่งสำหรับผู้ที่จะทำงานเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมและธุรกิจ

2. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่ที่เป็นเครื่องปลูกฝังและอบรมให้ผู้เรียนมีคุณสมบัตินิสัย ทักษะ และความสามารถทางสมองบางประการ เช่น ความเป็นคนช่างสังเกต การรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงความคิดเห็นออกมาอย่างเป็นระเบียบ ง่าย สั้น และชัดเจน ตลอดจนความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหา

3. ความสำคัญของคณิตศาสตร์ในแง่วัฒนธรรม คณิตศาสตร์เป็นมรดกทางวัฒนธรรมส่วนที่คนรุ่นก่อนได้คิดค้น สร้างสรรค์ไว้ และถ่ายทอดมาให้คนรุ่นหลัง ทั้งยังมีเรื่องให้ศึกษาค้นคว้าอีกมาก โดยไม่คำนึงถึงผลที่จะนำไปใช้ต่อไป ดังนั้นในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ควรจะเป็นการศึกษาเพื่อชื่นชมในผลงานของคณิตศาสตร์ที่มีต่อวัฒนธรรม อารยธรรม และความก้าวหน้าของมนุษย์ และยังเป็นการศึกษาคณิตศาสตร์ เพื่อคณิตศาสตร์เองได้อีกแห่งหนึ่งด้วย

จะเห็นว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ขาดมิได้ในการดำเนินชีวิตของคนเรา การที่รัฐจัดให้มีการเรียนการสอนตั้งแต่ในระดับประถมศึกษา นั้น จึงถือว่าเป็นการวางรากฐานที่สำคัญที่สุด เพราะการจัดการศึกษาในระดับประถมศึกษา เป็นการจัดการศึกษาภาคบังคับที่รัฐมีความต้องการให้ประชาชนอันถือว่าเป็นทรัพยากรมนุษย์ที่มีค่ามากที่สุดของประเทศมีคุณภาพ คือเป็นพลเมืองที่มีคุณธรรม มีความรู้ ความสามารถ ใช้ความรู้ที่ได้ศึกษามาเป็นเครื่องมือในการดำรงชีวิตประจำวัน พัฒนาสังคมและพัฒนาตนเองให้มีความเป็นอยู่ดีขึ้น

ความมุ่งหมายของการสอนคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521

เพื่อให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาได้ผลสูงสุด หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ได้กำหนดจุดประสงค์ทั่วไปของการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาไว้ดังนี้

1. เพื่อให้รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน
2. เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทางคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง
3. เพื่อฝึกฝนให้มีทักษะ สมาธิ ความสังเกตและความคิดตามลำดับเหตุผล ความมั่นใจ ตลอดจนสามารถแสดงความรู้สึกลึกซึ้งออกมาอย่างเป็นระเบียบ ง่าย สั้น ชัดเจน มีความกระตือรือร้น ความละเอียดถี่ถ้วน ความแม่นยำและรวดเร็ว

4. เพื่อปลูกฝังและส่งเสริมเจตคติในระเบียบวิธีทางวิทยาศาสตร์และการคิดคำนวณ
5. เพื่อให้เคยชินต่อการแก้ปัญหาและเป็นแนวทางอันก่อให้เกิดความริเริ่มสร้างสรรค์

(กระทรวงศึกษาธิการ 2520:62)

ซึ่งสรุปได้ว่าหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 เน้นในเรื่องการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยให้ผู้เรียนมีทักษะทางคณิตศาสตร์จนสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้

ลักษณะของวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521

คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน เน้นความสำคัญของโครงสร้างและวิธีการทางคณิตศาสตร์มากกว่าการคิดแบบเครื่องจักร เครื่องยนต์ โดยที่ไม่รู้ความหมายหรือเหตุผล คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 จะสอนให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องราวและความเป็นมาของคณิตศาสตร์ เรียนรู้แนวคิดหรือความคิดรวบยอด เน้นการคิดที่มีเหตุผล การฝึกให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ตลอดจนรู้ความหมายของเรื่องที่จะเรียน จะช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ อันเป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียน และถือว่าการที่ได้ประสบความสำเร็จในการเรียนนี้เป็นเรื่องสำคัญต่อชีวิตเด็ก ซึ่งจะต้องหาทางสนับสนุนคุณสมบัติในเรื่องนี้ให้มากขึ้น

ลักษณะสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา พอที่จะสรุปสาระสำคัญได้ดังนี้

1. ด้านโครงสร้าง หลักสูตรคณิตศาสตร์ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 มีโครงสร้างที่เป็นพื้นฐานทางจำนวน พื้นฐานทางพีชคณิต พื้นฐานทางการวัด พื้นฐานทางเรขาคณิต และพื้นฐานทางสถิติ ทั้งนี้ได้จัดเนื้อหาเป็นแบบผสมผสานไว้ด้วยกัน โดยไม่แยกส่วนเป็นรายวิชา ซึ่งในการจัดโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 นี้ ได้ยึดหลักสำคัญ 4 ประการ (ฉวีวรรณ กীরติกกร 2527:33) ซึ่งได้แก่

- 1.1 จัดเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์กัน
- 1.2 คำนึงถึงความเหมาะสมกับการนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน
- 1.3 จัดเนื้อเรื่องให้เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน
- 1.4 เน้นกระบวนการพัฒนาสติปัญญาและกระบวนการแก้ปัญหา

2. ด้านจุดประสงค์ หลักสูตรคณิตศาสตร์ ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 เน้นให้นักเรียนใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาโดยการทดลองและการคิดคำนวณได้ด้วยวิธีการง่าย ๆ สั้น ๆ ด้วยตนเอง

3. ด้านการเรียนการสอน หลักสูตรคณิตศาสตร์ ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 มีกระบวนการสอนที่ให้นักเรียน ค้นคว้า ทดลอง ปฏิบัติจริง เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจในหลักการ กฎเกณฑ์ หรือความคิดรวบยอดของวิชาคณิตศาสตร์ ครูเป็นเพียงผู้คอยเสนอแนะแนวทางหลาย ๆ วิธี นักเรียนเป็นผู้เลือก ตัดสินใจ และสรุปสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนฝึกทักษะเพื่อหาความชำนาญในการคิดคำนวณต่อไป

4. ด้านการวัดผล หลักสูตรคณิตศาสตร์ ประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ได้กำหนดแนวในการวัดผลไว้ใหม่ คือ กำหนดให้วัดผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งจะต้องทำการวัดอย่างน้อย 3 ระยะคือ วัดผลก่อนเริ่มเรียน วัดผลระหว่างเรียน และวัดผลสัมฤทธิ์หรือวัดผลหลังเรียน

สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียนในระดับประถมศึกษาชั้น หลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 ได้จัดยึดหยุ่นตามพัฒนาการของเด็กโดยแบ่งเป็น 3 ช่วง ช่วงละ 2 ปี คือ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4 และชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 ซึ่งเนื้อหาที่จะเรียนในแต่ละช่วงมีดังนี้

ตารางที่ 1 เนื้อหาคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาแยกตามระดับชั้นเรียน

เนื้อหาคณิตศาสตร์		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6
1. การเตรียมความพร้อม	1. จำนวนและตัวเลขที่เกิน 1,000	1. จำนวนและตัวเลขที่เกิน 100,000
2. จำนวนและตัวเลขที่ไม่เกิน 1,000	2. การบวกจำนวนที่มีหลายหลัก	2. การบวก ลบ คูณ หาร
3. การบวกจำนวนซึ่งมีผลบวกไม่เกิน 1,000	3. การลบระหว่างจำนวนหลายหลัก	3. สมการและการแก้สมการ
4. การลบระหว่างจำนวนที่ไม่เกิน 1,000	4. การคูณ	4. ตัวประกอบ
5. การนับเพิ่มและการนับลด	5. การหาร	5. เศษส่วน
6. การคูณ	6. เวลา	6. ทศนิยม
7. การหาร	7. การชั่ง	7. มุม
8. การชั่ง	8. การตวง	8. ส่วนของเส้นตรง
9. การตวง	9. การวัดความยาวและระยะ	9. เส้นขนาน
	10. พื้นที่	10. การวัดความยาวและระยะ
	11. เงินและการบันทึก	11. รูปสามเหลี่ยม

ตารางที่ 1 (ต่อ)

เนื้อหาคณิตศาสตร์		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6
10. การวัดความยาวและระยะ	12. เศษส่วน	12. รูปสี่เหลี่ยม
11. เงิน	13. ทศนิยม	13. รูปวงกลม
12. เวลา	14. โจทย์ปัญหาหระคน	14. ความยาวรอบรูปและพื้นที่
13. รูปเรขาคณิตและรูปทรงเรขาคณิต	15. จุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง	15. ความเท่ากันทุกประการ
14. เศษส่วน	รังสี	16. รูปทรงและปริมาตร
15. โจทย์หระคน	16. มุม	17. ทิศ
	17. รูปหลายเหลี่ยมและรูปวงกลม	18. รูปสมมาตร
	18. ระบาย	19. แผนผัง
	19. เส้นขนาน	20. แผนภูมิและกราฟ
	20. รูปสมมาตร	21. คู่อันดับ
	21. แผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่ง	

สำหรับเนื้อหา เรื่องการคูณในวิชาคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 นั้นได้แบ่งเนื้อหาแยกตามระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ 2520:44-124)

ตารางที่ 2 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการคูณ แยกตามระดับชั้นเรียน

เนื้อหาเรื่องการคูณ		
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-4	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6
1. ความหมายของการคูณ	1. การคูณระหว่างจำนวนที่ไม่เกินสามหลัก	1. การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนที่มีหลายหลัก
2. สัญลักษณ์ \times และการเขียนประโยคสัญลักษณ์แสดงการคูณ	2. การคูณระหว่างจำนวนที่มีสามหลัก	2. คุณสมบัติการสลับที่ของการบวกและคุณสมบัติการสลับที่ของการคูณ
3. การคูณระหว่างจำนวนที่มีหลักเดียว	3. การสลับที่และการเปลี่ยนกลุ่มของจำนวนที่นำมาคูณกันและคุณสมบัติการแจกแจง	3. คุณสมบัติการเปลี่ยนกลุ่มได้และคุณสมบัติการแจกแจง
4. การหาผลคูณของจำนวนที่มีสองหลักกับจำนวนที่มีหลักเดียว	4. โจทย์ปัญหาหระคนที่มีการคูณ	
5. การสลับที่ของจำนวนที่นำมาคูณกัน		
6. การเปลี่ยนกลุ่มของจำนวนที่นำมาคูณกัน		
7. คุณสมบัติการแจกแจง		

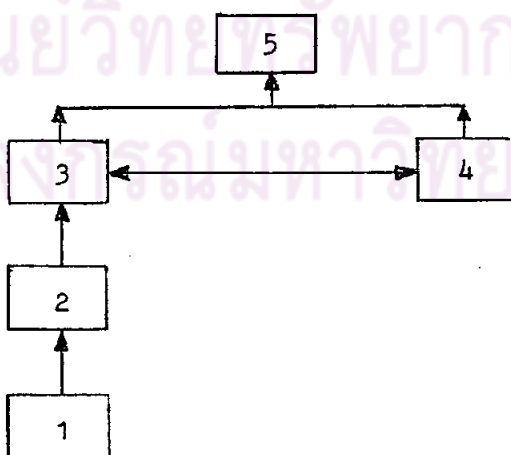
ลำดับชั้นการเรียนรู้ (Learning Hierarchy)

ลำดับชั้นการเรียนรู้ (Learning Hierarchy) หมายถึง สมรรถภาพทางสติปัญญาที่กำหนดขึ้นอย่างเฉพาะเจาะจง แล้วจัดให้มีความสัมพันธ์เป็นลำดับชั้นต่อกันโดยอาศัยแนวความคิดทางทฤษฎี

หลักการหนึ่งที่ใช้ในการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ได้แก่ การวิเคราะห์งาน (task analysis) เพราะการวิเคราะห์งานจะทำให้ผู้สอนจัดเรียงลำดับชั้นการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ

ในการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยอาศัยการวิเคราะห์งาน (task analysis) จะเริ่มด้วยการกำหนดพฤติกรรมขั้นท้าย (terminal behavior) แล้วพิจารณาต่อไปว่า การที่ผู้เรียนจะเรียนรู้พฤติกรรมขั้นท้ายได้นั้น ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถหรือพฤติกรรมพื้นฐานสิ่งใดมาก่อน จากนั้นก็ใช้วิธีการเดิมวิเคราะห์พฤติกรรมในขั้นที่สองต่อไปอีก จนกระทั่งถึงพฤติกรรมขั้นต่ำสุดที่คาดว่าผู้เรียนในระดับนั้นมีอยู่แล้ว ฉะนั้น ทักษะทางความคิดหรือพฤติกรรมหรือชิ้นงานเฉพาะขั้นต่ำกว่า (subordinate task) จะเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนรู้ทักษะหรือพฤติกรรมหรือชิ้นงานเฉพาะขั้นสูงกว่า (superordinate task) ถัดต่อขึ้นไปเป็นลำดับ

ตัวอย่างลำดับชั้นการเรียนรู้ที่อาศัยการวิเคราะห์งาน เช่น การวิเคราะห์งานเรื่องการดูแลและการहार สำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษาปีที่ 3 ดังในแผนภาพที่ 1 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2518)



แผนภาพที่ 1 ลำดับชั้นการเรียนรู้เรื่องการดูแลและการहारชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

แผนภาพที่ 1 ลำดับชั้นการเรียนรู้เรื่องการคูณและการหารชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

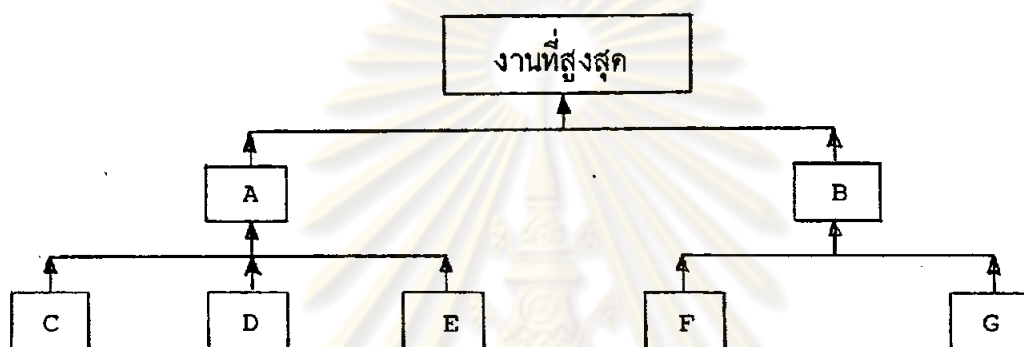
- (5) เมื่อกำหนดโจทย์ปัญหาที่มการคูณหรือการหารระหว่างจำนวนที่มีสามหลัก และหลักเดียวให้ สามารถแสดงวิธีหาคำตอบได้
- (4) เมื่อกำหนดประโยคสัญลักษณ์หรือโจทย์ปัญหาการหารจำนวนที่มีสามหลักด้วย จำนวนที่มีหลักเดียว ที่ผลหารมีสองหลัก ทั้งที่หารลงตัวและเหลือเศษให้สามารถหาคำตอบได้ วิธีหารยาว รวมทั้งเปลี่ยนโจทย์ปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ได้
- (3) กำหนดประโยคสัญลักษณ์หรือโจทย์ปัญหาการคูณจำนวนที่มีหลักเดียวและสามหลัก ให้สามารถหาคำตอบได้ รวมทั้งเปลี่ยนโจทย์ปัญหาให้เป็นประโยคสัญลักษณ์
- (2) กำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณระหว่างจำนวนที่มีหลักเดียว และจำนวนที่เป็น ผลคูณของ 100 ให้สามารถหาคำตอบได้
- (1) กำหนดประโยคสัญลักษณ์การคูณระหว่างจำนวนที่มีหลักเดียวหรือสองหลักและ 100 ให้สามารถหาผลคูณได้

จากแผนภาพจะเห็นได้ว่า พฤติกรรมขั้นท้ายคือ (5) จะต้องมีพฤติกรรมที่เป็นพื้นฐาน 2 อย่างคือ (3) และ (4) จากพฤติกรรมทั้งสองนี้ก็จะวิเคราะห์พฤติกรรมที่รองลงไปอีกจนถึง พฤติกรรมขั้นต่ำสุด คือ (1) และจากความสัมพันธ์ตามแนวลูกศร จะเห็นได้ว่า ผู้สร้างลำดับชั้น นี้เห็นว่าพฤติกรรม (1) เป็นพื้นฐานของพฤติกรรม (2) ซึ่งเป็นพื้นฐานของพฤติกรรม (3) และ ทั้ง (1), (2) และ (3) ต่างก็เป็นพื้นฐานของพฤติกรรม (5) ด้วย

จากทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความสัมพันธ์กับการเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชา กาญเญจึงสร้าง ลำดับชั้นการเรียนรู้ขึ้นด้วยการวิเคราะห์เนื้อหาวิชา ซึ่งอาศัยการวิเคราะห์งาน นั่นคือ วิเคราะห์ ว่าพฤติกรรมที่คาดหวังจะต้องอาศัยพฤติกรรมย่อย ๆ ที่มีอยู่แล้วเป็นพื้นฐาน และพฤติกรรมย่อย ๆ เหล่านี้จะต้องจัดเรียงลำดับอย่างไร จึงจะทำให้เกิดพฤติกรรมที่คาดหวังได้ และในการเรียนรู้ เนื้อหาใหม่ทุกครั้งจะต้องอาศัยจากการเรียนรู้ที่ผ่านมาแล้วเป็นพื้นฐาน ดังนั้นในการเรียนการสอน ครูผู้สอนจำเป็นจะต้องแบ่งเนื้อหาเป็นตอน ๆ หรือหน่วยย่อย ๆ แล้วจัดแต่ละหน่วยให้มีลำดับชั้น ต่อเนื่องกัน โดยหน่วยที่อยู่ข้างล่างจะต้องมีการเรียนรู้ก่อน เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ หน่วยต่อไป (Gagne' 1967:102)

โครงสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ของกาญเย เขาเน้นที่งานหรือพฤติกรรมสูงสุด ว่า พฤติกรรมสูงสุดจะต้องอาศัยพฤติกรรมย่อย ๆ ที่ต่ำกว่าอะไรบ้าง และพฤติกรรมสูงกว่าบางครั้ง ต้องอาศัยพฤติกรรมที่ต่ำกว่าหลาย ๆ พฤติกรรม ดังนั้นผลที่ได้จึงออกมาเป็นรูปพีระมิด

จากทฤษฎีที่กาญเย ได้ตั้งสมมุติฐานว่า ระดับงานที่ต่ำกว่าที่ได้ผ่านการเรียนรู้มาก่อน จะเป็นพื้นฐานในการที่จะเรียนรู้งานที่สูงขึ้นไป (Gagne' 1965:239) การสร้างลำดับชั้นการ เรียนรู้จึงออกมาในรูปของพีระมิด ดังแผนภาพที่ 2



แผนภาพที่ 2 พีระมิดแสดงลำดับชั้นการเรียนรู้

จากแผนภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า การที่จะเรียนรู้งานในระดับ A ได้นั้นจะต้องอาศัย พื้นฐานจากการเรียนรู้งานในระดับ C, D และ E ก่อน สำหรับการเรียนรู้งานในระดับ B จะต้องอาศัยการเรียนรู้งานในระดับ F และ G ก่อน

ในการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้นั้น ความสำคัญอยู่ที่ การเรียนรู้พฤติกรรมที่ต่ำสุด จะ ต้องเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้พฤติกรรมที่สูงขึ้นไป แต่พฤติกรรมในระดับเดียวกันเป็นอิสระต่อกัน จะเรียนรู้พฤติกรรมใดก่อนก็ได้ เช่น ในแผนภาพที่ 2 การที่จะเรียนรู้งานในระดับ A จะต้อง อาศัยงานในระดับ C, D และ E ก่อน แต่งานในระดับ C, D และ E เป็นอิสระต่อกัน จะเรียนรู้งานใดก่อนก็ได้

ซึ่งในการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นการสร้างโดยยึดการวิเคราะห์ เนื้อหาเพียงอย่างเดียว ไม่เกี่ยวข้องกับหลักการทางจิตวิทยา ซึ่งไม่เหมาะสมกับสภาพการเรียน การสอนในห้องเรียน เพราะในสภาพการเรียนการสอนจริงต้องคำนึงถึงตัวผู้เรียนด้วย ฟิลลิปส์ และเคลลี (Phillips และ Kelly 1975:351) ได้เสนอให้นำหลักการสอน (pedagogical principle) เข้ามาเกี่ยวข้องในการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้

การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ที่นี้อาจแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบคือ

1. การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ (Expert Generated Learning Hierarchy) ซึ่งการสร้างในรูปแบบนี้อาจจะสร้างเพียงคนเดียวหรือหลายคนก็ได้ แต่ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในการสร้าง

2. การสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้โดยผู้เรียน (Students Generated Learning Hierarchy) การสร้างแบบนี้ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ขึ้นเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดพฤติกรรมอันพึงประสงค์ ๑ ลงมาเพื่อให้พฤติกรรมอันพึงประสงค์ ๑ ลงมานี้เป็นพื้นฐานในการไปสู่พฤติกรรมสูงสุดตามต้องการ

งานวิจัยเกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้

งานวิจัยในต่างประเทศที่เกี่ยวกับลำดับชั้นการเรียนรู้ พอนจะนำมากล่าวโดยสรุปได้ดังนี้

ในปี ค.ศ. 1961 กาญเยและพาราไดส์ (Gagné และ Paradise 1961:518) ได้สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้สมการเชิงเส้น โดยยึดหลักการวิเคราะห์งานที่ใช้หลักเหตุผล (logical analysis) ตามลักษณะเนื้อหาวิชา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนเกรด 7 จำนวน 4 ห้อง จำนวนนักเรียนทั้งหมด 118 คน ซึ่งนักเรียนกลุ่มนี้ได้ผ่านการเรียนเรื่องการแก้สมการเชิงเส้นมาแล้ว ลำดับชั้นที่สร้างขึ้นทั้งหมดมี 20 ลำดับชั้น ทดสอบนักเรียน หลังจากเรียนเรื่องนี้ไปแล้ว 8 วัน ปรากฏว่ามีพิสัยเป็นบวกอยู่ในช่วง 0.91-1.00 แสดงว่า การจัดลำดับชั้นการเรียนรู้ทั้งหมด 20 ลำดับชั้น เป็นการจัดลำดับชั้นที่มีประสิทธิภาพ

ในปี ค.ศ. 1976 คอเซย์ (Causey 1977:4928-A) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการคูณจำนวนตรรกยะ ซึ่งคอเซย์ ได้นำหลักการทางจิตวิทยา มาเกี่ยวข้องในการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ด้วย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนเกรด 5, 6 และ 7 รวม 127 คน นักเรียนที่ได้เรียนเรื่องการคูณจำนวนตรรกยะมาแล้ว ลำดับชั้นการเรียนรู้เรื่องการคูณจำนวนตรรกยะที่คอเซย์สร้างขึ้นมีทั้งหมด 34 ชั้น โดยแบ่งลำดับชั้นเหล่านี้ออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ จำนวนเต็ม เศษส่วนที่มีเศษเป็น 1 เศษส่วนที่มีเศษไม่เป็น 1 เศษเกินและจำนวนคละ จากนั้นนำส่วนประกอบทั้ง 5 ส่วนนี้มาสร้างเป็นคำถาม นำคำถามไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง จะได้ว่าคำตอบที่มีความสัมพันธ์กับคำถาม จึงนำคำตอบไปสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ต่อไป

และในปีเดียวกันนี้เอง ฮิลล์ (Hill 1977:4933-A) ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหารจำนวนเต็ม ซึ่งลักษณะการสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ นั้นเช่นเดียวกับ คอเชย์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่องการหารจำนวนเต็มมาแล้ว อยู่ในเกรด 5, 7 และ 9 จำนวน 744 คน ฮิลล์ ได้สร้างลำดับชั้นการเรียนรู้ทั้งหมด 30 ลำดับชั้น แบ่งเป็น 9 ส่วน แล้วนำส่วนต่าง ๆ ทั้ง 9 ส่วนมาสร้างคำถามได้ 9 คำถาม นำคำถามเหล่านี้ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างได้คำตอบที่มีความสัมพันธ์กับคำถามเหล่านี้ไปสร้างลำดับชั้นการเรียนรู้

สำหรับประเทศไทย ในปี พ.ศ.2525 จินดา ลิ้มถาวรศิริพงศ์ ได้สร้างลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเรื่องจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยยึดการวิเคราะห์เหตุผลตามลักษณะเนื้อหาวิชาและหลักการสอน แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ ต่อจากนั้นจึงสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนตามลำดับชั้นเนื้อหาวิชานั้น นำแบบทดสอบวินิจฉัยไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเขตกรุงเทพมหานครจำนวน 396 คน นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเคียวแบบวัดซ้ำ เพื่อจัดเรียงลำดับชั้นเนื้อหาวิชาแล้วนำไปเปรียบเทียบกับลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเดิม ในกรณีที่พบความแตกต่างในการเรียงลำดับชั้นจะนำการวิเคราะห์เหตุผลตามลักษณะเนื้อหาวิชาและหลักการสอน มาประกอบการพิจารณาว่าจะเลือกเอาลำดับชั้นแบบใดจึงจะเหมาะสม ปรากฏว่าได้ลำดับชั้นเนื้อหาวิชาเรื่องจำนวนเต็ม ซึ่งแบ่งเป็นตอนใหญ่ ๆ ได้ 5 ตอน ประกอบด้วย 34 ลำดับชั้นดังนี้

1. ความรู้พื้นฐาน ประกอบด้วย 7 ลำดับชั้น
2. การบวกจำนวนเต็ม ประกอบด้วย 7 ลำดับชั้น
3. การลบจำนวนเต็ม ประกอบด้วย 5 ลำดับชั้น
4. การคูณจำนวนเต็ม ประกอบด้วย 9 ลำดับชั้น
5. การหารจำนวนเต็ม ประกอบด้วย 6 ลำดับชั้น

ความหมายและลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัย

แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นลักษณะของแบบทดสอบแบบหนึ่งที่ใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องหรือปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน มีผู้ให้ความหมายของแบบทดสอบชนิดนี้ไว้มากมาย เช่น

อาห์แมน และคล็อก (Ahmann และ Clock 1975:8) กล่าวถึง ความหมายของ แบบทดสอบวินิจัยว่า แบบทดสอบวินิจัย คือแบบทดสอบที่ใช้หลังจากสิ้นสุดการเรียนการสอนแล้ว จุดมุ่งหมายของแบบทดสอบวินิจัย คือ ช่วยให้ทราบถึงข้อบกพร่องเฉพาะที่เป็นพื้นฐานที่อยู่เบื้องหลังของนักเรียน

แอทกินสัน (Atkinson 1961:472) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า แบบทดสอบวินิจัย คือแบบทดสอบที่ค้นหาความไม่เข้าใจในการเรียนของนักเรียนโดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะในการอ่านและเลขคณิต แบบทดสอบวินิจัยสร้างขึ้นเพื่อตอบคำถามว่าอะไรผิดและผิดอย่างไร

อดัมส์ และ ทอร์เกอร์สัน (Adams และ Torgerson 1964:39-40) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจัย คือ แบบทดสอบที่ใช้เพื่อชี้ให้เห็นจุดบกพร่องและสาเหตุของความบกพร่อง

อีเบล (Ebel 1965:449) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า เป็นแบบทดสอบสำหรับค้นหาจุดอ่อน หรือข้อบกพร่องในการเรียนต่าง ๆ ของนักเรียน

คาร์เมล (Karmel 1966:107) ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยไว้ว่า คือ แบบทดสอบที่สามารถระบุจุดอ่อน จุดแข็งของเด็ก และบอกชนิดของจุดอ่อนของวิชานั้นด้วย

ทอร์นไคค์ และเฮเกิน(Thorndike และ Hagen 1969:646) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจัยว่า คือแบบทดสอบที่รวบรวมปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดความบกพร่องในการเรียนวิชาต่าง ๆ ไว้ในแบบทดสอบ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดหาวิธีการสอนซ่อมเสริมที่ตรงจุดและเป็นการช่วยปรับปรุงความรู้ (mastery) ของนักเรียนเพิ่มขึ้นอีกด้วย

บราวน์ (Brown 1970:72) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจัยคือแบบทดสอบสำหรับการวินิจัย นั่นคือ สามารถบอกความเด่นและจุดอ่อน ทั้งยังช่วยให้ทราบถึงธรรมชาติของจุดอ่อนนั้นด้วย

สิงห์ (Singha 1974:200-201) ได้กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นจุดบกพร่องของนักเรียนในด้านที่จะช่วยเหลือและสอนซ่อมเสริม

ชวาล แพร์ตกุล (2508:317) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียนเป็นแบบทดสอบเพื่อแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของเด็ก ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้เกิดประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

อนันต์ ศรีโสภา (2515:5) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียน

บุญชม ศรีสะอาด (2520:10) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยว่า คือ แบบทดสอบที่สร้างขึ้น เพื่อชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่อง จุดที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของนักเรียนแต่ละคน

สมศักดิ์ สินธุระเวชย์ (2522:1) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบเพื่อวัดจุดอ่อนหรือจุดบกพร่องในแต่ละวิชา ผลของการสอบที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยจะนำไปสู่การแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ และค้นหาสาเหตุของความบกพร่องนั้นได้

จากความหมายของแบบทดสอบวินิจฉัยข้างต้นนี้ เราพอที่จะสรุปได้ว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่อง หรือค้นหาความไม่เข้าใจในการเรียนเรื่องใดเรื่องหนึ่งของนักเรียน

ส่วนในด้านลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยได้มีนักการศึกษาอธิบายถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

เพย์ (Payne 1968:167) กล่าวว่า แบบทดสอบวินิจฉัยควรมีลักษณะดังนี้คือ

1. สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดประสงค์ของการสอน
2. ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้เรื่องนั้น ๆ
3. ชี้แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องว่าควรแก้ไข ณ จุดใด
4. ครอบคลุมลำดับขั้นของการเรียนในเรื่องนั้น

กรอนลันด์ (Gronlund 1976:139) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ยึดความบกพร่องในการเรียนเป็นขอบข่ายในการวัด
2. เป็นข้อสอบที่ง่าย ๆ
3. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
4. สร้างขึ้นเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียน
5. นำผลมาใช้ประกอบในการพิจารณาการจัดการสอนซ่อมเสริม

บลูม (Bloom 1971:91-92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ว่า

1. เป็นแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องของนักเรียนเกี่ยวกับทักษะพื้นฐานและระดับการเรียนรู้เพื่อคัดแยกเด็ก เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และเพื่อหาว่านักเรียนคนใดต้องสอนซ่อมเสริม
2. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน เมื่อนักเรียนได้รับการสอนจากวิธีสอนแบบปกติพอสมควรแล้ว
3. ใช้การประเมินผลได้ทั้งพฤติกรรมด้านความรู้ ความคิด (Cognitive Domain) ด้านความรู้สึก (Affective Domain) และด้านการปฏิบัติ (Psychomotor Domain)
4. มีทั้งแบบทดสอบวินิจจัยมาตรฐานและแบบทดสอบวินิจจัยที่ครูสร้างขึ้น
5. มีจำนวนมากข้อ แต่ละข้อมีค่าความยากตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป
6. การประเมินคะแนนจากแบบทดสอบอาจใช้ได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม
7. วิธีรายงานคะแนนจากแบบทดสอบ ทำได้โดยการเขียนเส้นภาพ (profile) ของแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อย

อดัมส์ และ ทอร์เจอร์สัน (Adams และ Torgerson 1964:472) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจจัยจะแยกออกเป็น แบบทดสอบย่อย ๆ (subtests) เพื่อจัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่าง ๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจจัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด
2. แบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับจะต้องมีความยาวพอที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลได้อย่างมีความเชื่อมั่น
3. ปกติแบบทดสอบวินิจจัยจะใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ระดับต่ำ ดังนั้นข้อสอบจึงมักจะมีมากข้อ และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
4. เกณฑ์ปกติ (norm) ไม่มีความสำคัญในแบบทดสอบวินิจจัย เพราะว่าคุณประสงค์ที่สำคัญที่สุดของแบบทดสอบวินิจจัย คือ เพื่อที่จะค้นหาสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถจะทำได้และมีสาเหตุได้มากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ชวาล แพร์คกุล (2514:5-6) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจจัยว่านิยมที่จะแยกข้อสอบแต่ละวิชาออกเป็นฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ โดยมีเป้าหมายที่จะวัดความรู้ ความสามารถ

ของนักเรียนเป็นด้าน ๆ ไป เพื่อให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาและพฤติกรรมที่สำคัญ ๆ ตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร คุณประโยชน์ของแบบทดสอบย่อย ๆ เหล่านี้ คือ สามารถช่วยให้ครูผู้สอนวินิจฉัยนักเรียนเป็นราย ๆ ลักษณะได้ว่า ใครมีสมรรถภาพเด่น-ค้อยในด้านใบบ้างจะได้แก้ไขได้ตรงจุด

อนันต์ ศรีโสภา (2515:5) กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่าเป็นแบบทดสอบที่มีจำนวนมากข้อ ในแต่ละเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบ การทดสอบมีวัตถุประสงค์ เพื่อค้นหาสาเหตุของความบกพร่องและปัญหาต่าง ๆ ในการเรียนของนักเรียนจึงพิจารณาแต่เฉพาะคำตอบของข้อสอบ ส่วนคะแนนรวมในวิชาที่มีความสำคัญน้อยมาก การทดสอบวินิจฉัยจึงไม่สนใจคะแนนรวม

นอกจากนี้ บุญชม ศรีสะอาด (2523:9-11) ได้กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. มุ่งวัดเป็นเรื่อง ๆ หรือด้าน ๆ ไป ถ้าต้องอาศัยทักษะย่อย ๆ หลายทักษะก็อาจแบ่งเป็นแบบทดสอบย่อยวัดตามทักษะย่อย ๆ นั้น

2. มีคะแนนของแต่ละด้าน แต่ละตอน เพราะมุ่งค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละด้าน ดังนั้น คะแนนรวมของแต่ละคนจะไม่ใช่ประโยชน์ในกรณีนี้

3. มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่วัดทักษะเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เพิ่มโอกาสการทำผิดพลาดให้มากขึ้น อันจะช่วยให้สามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่อง ในเรื่องการเรียนนั้น ๆ ได้ อย่างละเอียดเพียงพอ นั่นคือ ชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องที่แท้จริงได้อย่างชัดเจน

4. มักเป็นแบบทดสอบชนิดที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ

5. การสร้างแบบทดสอบชนิดนี้จะสร้างรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะ เฉพาะที่ส่งผลให้เรียนได้สำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน

6. ความเป็นมาตรฐานของแบบทดสอบอยู่ในรูปที่ว่า เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการสอบ อยู่ภายใต้สถานการณ์เดียวกัน และการให้คะแนนมีความเป็นปรนัย

สรุปได้ว่า แบบทดสอบวินิจฉัย มีลักษณะดังนี้คือ

1. แบบทดสอบวินิจฉัย จะแบ่งออกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ เพื่อใช้วัดทักษะแต่ละอย่าง

2. มีข้อสอบหลาย ๆ ข้อที่วัดทักษะเดียวกัน เพื่อสามารถจำแนกนักเรียนที่มีความบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้นได้อย่างแจ่มชัด

3. ข้อสอบมักเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่ายและมีจำนวนข้อมาก ๆ โดยเรียงจากง่ายไปหายาก

4. มีความเที่ยงตรงของเนื้อหา
5. ข้อสอบควรจะบ่งถึงสาเหตุที่นักเรียนตอบผิดได้
6. การตรวจให้คะแนนควรแยกเป็นด้าน ๆ ไป และไม่สนใจคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคน
7. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล

เทคนิควิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจจัย

สำเร็จ บุญเรืองรัตน์ (2517:102) กล่าวว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจจัย ผู้สร้างจะต้องวินิจจัยให้ทราบเสียก่อนว่า เรื่องนั้น ๆ มีเนื้อหาย่อย ๆ ว่าอย่างไรและต้องใช้ความสามารถในด้านใดบ้าง เช่น การบวกเลข เด็กจะต้องใช้ความสามารถอย่างไรบ้าง มีวงกลมกี่ชนิด แล้วสร้างคำถามแต่ละชนิดตามสัดส่วนที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น ๆ

สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2522:1-2) อธิบายถึงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. แยกแยะหรือวิเคราะห์ทักษะใหญ่ให้เป็นทักษะย่อย
2. การสร้างคำถามหรือข้อคำถามแต่ละทักษะย่อย ๆ เหล่านั้น ไม่จำเป็นต้องยากนัก แต่ควรมีมาก ๆ ข้อ

เมห์เรนส์ และ เลห์มาน (Mehrens และ Lehmann 1973:172-173) ได้เสนอแนะว่า การสร้างแบบทดสอบวินิจจัยที่ดีควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. ความสามารถในการวิเคราะห์ทักษะและเนื้อหาวิชาออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบย่อย ๆ
2. ความสามารถในการปรับปรุงข้อสอบแต่ละข้อให้มีความตรงในการวัดทักษะย่อยเหล่านั้น

นอลล์ (No11 1957:430) กล่าวถึงลำดับขั้นในการสร้างแบบทดสอบวินิจจัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์กฎ หลักการ ความรู้หรือทักษะที่ต้องการวัดอย่างละเอียด
2. วางแผนและสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมกฎและหลักการต่าง ๆ
3. จัดเรียงข้อสอบให้เป็นกลุ่มตามลักษณะที่ต้องการวินิจจัย

จากวิธีการสร้างแบบทดสอบวินิจัยที่กล่าวมาแล้ว สรุปได้ดังนี้

1. จะต้องแยกแยะหรือวิเคราะห์กฎ หลักการ ความรู้ในเนื้อหาและทักษะใหญ่ๆ ออกเป็นส่วนย่อยอย่างละเอียด และต้องสร้างให้ครอบคลุมกฎและหลักการต่าง ๆ
2. ข้อสอบแต่ละทักษะย่อย ๆ ไม่จำเป็นต้องยากนัก แต่ควรมีมาก ๆ ข้อ ข้อสอบจัดเป็นกลุ่ม ๆ ตามลักษณะที่ต้องการวินิจัย
3. ข้อสอบแต่ละข้อมีความตรงในการวัดทักษะย่อย ๆ และทดลองใช้ข้อสอบเพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้น

งานวิจัยเกี่ยวกับการวินิจัยข้อบกพร่องในการเรียน

งานวิจัยในต่างประเทศเกี่ยวกับการวินิจัยการเรียนพจนานุกรมกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ ในปี ค.ศ. 1926 บัสเวลล์ และ จอห์น (Brueekner and Bond 1955:quoting Buswell and John 1926:138-140) ได้วินิจัยข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ และหาร และได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ และหารดังนี้

การบวก ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการรวมจำนวนหลาย ๆ จำนวน การนับ การบวกตัวทศครั้งสุดท้าย การลืมนวกจำนวนที่ทดมา การบวกจำนวนเต็มซ้ำ การบวกจำนวนที่ทดมาผิด เขียนจำนวนที่เป็นจำนวนทศผิด ทดจำนวนผิด

การลบ ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลบหลาย ๆ จำนวน ไม่มีการกระจายเมื่อลบไม่ได้ การนับผิดพลาดเมื่อลบด้วยศูนย์ ลบจากทางซ้ายไปทางขวา ลบผิดโดยเอาตัวลบเป็นตัวตั้งกระจายผิดตำแหน่ง ผิดพลาดในการเปลี่ยนการกระทำลบเป็นบวก

การคูณ ได้พบข้อบกพร่องด้านการคูณด้วยศูนย์ ทดตัวเลขผิด ลืมทด เขียนจำนวนทศผิด ทศผิดเมื่อเป็นศูนย์ ใช้ตัวตั้งเป็นตัวคูณ ผิดพลาดเกี่ยวกับตำแหน่งของผลคูณบางหลัก คูณทางซ้ายก่อน สับสนเกี่ยวกับผลลัพธ์เมื่อคูณจำนวนมากกว่า 2 หลัก

การหาร ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการหารหลาย ๆ จำนวน การลบ การคูณ คำตอบของเศษที่เหลือมากกว่าตัวหาร ละเลยในการใช้เศษ คัดทอนผลลัพธ์ศูนย์จากจำนวนอื่น ๆ คัดทอนจำนวนในตัวตั้งเมื่อจะหาร ใช้เครื่องหมายผิด

ในปี ค.ศ. 1932 บัวร์จ (Burge 1932:185-194) ได้วินิจัยข้อบกพร่องเกี่ยวกับการคูณ ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับข้อผิดพลาดในการรวมผลคูณ การท่องสูตรคูณผิดพลาด การทศเลขผิด การลืมหทเลข คูณไม่ครบทุกหลัก คูณผิดเมื่อตัวคูณเป็นเลขศูนย์ วางผลคูณผิดหลัก

ต่อมาในปี ค.ศ.1964 แบลร์ (Blair 1964:229) ได้ศึกษาข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องบวก ลบ คูณ และหาร ของนักเรียนเกรด 8 จำนวน 106 คนได้พบข้อบกพร่องในการทำงานเกี่ยวกับ บีสเวลส์ และ จอห์น คือ

การบวกได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับจำนวนหลาย ๆ จำนวน การบวกตัวทศครั้งสุดท้าย การบวกจำนวนที่หาค่าผิด วิธีทำผิดหลักการ บวกซ้ำจำนวนเดิม

การลบ ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลบหลาย ๆ จำนวน ไม่มีการกระจายเมื่อลบไม่ได้ ลบจากซ้ายไปขวา

การคูณ ได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการบวกจำนวนทด ใช้ตัวตั้งสำหรับการคูณเป็นตัวคูณ ผิดพลาดในการรวมผลคูณ ทดผิดจำนวน ผิดพลาดเมื่อศูนย์เป็นตัวคูณ

การหารได้พบข้อบกพร่องเกี่ยวกับการลบ การคูณ ใช้วิธีการหารยาวเมื่อหารสั้น ผิดพลาดในการหารหลาย ๆ จำนวน ละเลยเศษตัวสุดท้าย คำตอบของเศษมากกว่าตัวหาร

ต่อมาในปี ค.ศ.1972 เอลลิส (Ellis 1972:2234-A) ได้ศึกษาข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นประถมศึกษา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาแบบต่าง ๆ ที่นักเรียนประถมศึกษา มักจะทำผิดเสมอ ๆ เกี่ยวกับการคำนวณและได้ปรับปรุงแบบทดสอบวินิจฉัย โดยศึกษากับนักเรียนเกรด 6 จำนวน 690 คน นักเรียนแต่ละคนได้รับการทดสอบด้วยแบบทดสอบค้นหาข้อบกพร่องเรื่องจำนวนเต็ม แล้วแยกนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม คือ พวกที่ตอบถูกทั้งหมด พวกที่ทำถูกวิธีแต่คำตอบผิด และพวกที่ทำผิดทั้งวิธีและคำตอบ นำแบบทดสอบของนักเรียนพวกที่ทำวิธีถูกแต่ได้คำตอบผิด มาหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ผลจากการศึกษาพบข้อบกพร่องในด้านการบวก 17% การคูณจำนวนที่มีหลักเดียว 14% การคูณจำนวนที่มีสองหลัก 16%

ในปี ค.ศ.1978 จีน (Jean 1978:4636-A) ได้ศึกษาวิธีใช้แบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเรื่องการบวกและการลบ โดยศึกษากับนักเรียนเกรด 3 และ 4 ใช้เวลาในการศึกษาประมาณ 2 สัปดาห์ แล้วสอนซ่อมเสริม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการซ่อมเสริมสามารถทำคะแนนได้เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพบว่านักเรียนที่บกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์เป็นเพราะขาดทักษะพื้นฐานเกี่ยวกับระบบจำนวน

สำหรับงานวิจัยในประเทศไทยเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยและการวินิจฉัยการเรียนของนักเรียน มีไม่มากนัก ซึ่งพอจะรวบรวมได้ดังนี้

ในปี พ.ศ.2524 สุนันทา จันทลา (2524:27-128) ได้สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้เรื่องการบวก ลบ คูณ และหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา2523 ในจังหวัดอ่างทอง จำนวน 826 คน ซึ่งเลือกโดยวิธีสุ่มอย่างง่าย

วิธีดำเนินการสร้างแบบทดสอบ แบ่งเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแบบทดสอบสำรวจ เป็นแบบทดสอบชนิดให้แสดงวิธีทำ
2. ทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 เพื่อปรับปรุงข้อสอบและหาจุดบกพร่องในการบวก ลบ คูณ และหารของนักเรียน เพื่อนำมาเป็นตัวลวงของแบบทดสอบวินิจฉัย
3. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ข้อสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ โดยใช้คำถามเช่นเดียวกับแบบทดสอบสำรวจ และตัวลวงได้จากคำตอบที่นักเรียนส่วนมากตอบผิด
4. ทดสอบครั้งที่ 3 เพื่อคัดเลือกรายข้อที่ดี
5. ทดสอบครั้งที่ 4 เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบ

ผลของการศึกษา ปรากฏว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.53-0.95 ส่วนค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ 0.00-0.84 ซึ่งหาได้โดยใช้เทคนิค 27% ค่าความเที่ยงคำนวณโดยใช้สูตร K-R 20 แล้วปรับค่าให้ถูกต้องตามสูตรของลิฟวิงตัน ปรากฏว่าความเที่ยงมีค่าตั้งแต่ 0.869-0.918 ส่วนค่าความตรงตามเนื้อหาของแบบทดสอบ หาโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาปรากฏว่าแบบทดสอบทุกฉบับเป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดเรื่อง การบวก ลบ คูณ และหารได้จริง

ในปีเดียวกันนี้ สนิท อินทรโกศล (2524:30-45) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านพวกโป่ง อำเภอสว่างเม่น จังหวัดแพร่ จำนวน 60 คน ซึ่งได้จากการสุ่ม แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน เพื่อเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองก่อนและหลังการสอนจะมีการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อค้นหาข้อบกพร่องและสอนซ่อมเสริม กลุ่มควบคุมสอนตามปกติ ไม่มีการทดสอบด้วยแบบทดสอบวินิจฉัยทั้งก่อนและหลังการสอน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01