บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร จำแนกตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และจำแนกตามสาเหตุของข้อบกพร่อง

ตัวอย่างประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนรัฐบาล สังกัดกรมสามัญศึกษา ในกรุงเทพมหานคร จากท้องที่การศึกษาทั้งหมด 8 ท้องที่ จำนวน 389 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้วัดข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยสร้างแบบสำรวจข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาตร์ภาคคำนวณ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเติมข้อความ พร้อมทั้งให้เหตุผลในการตอบ และเป็นแบบแสดงวิธีการคำนวณในเรื่อง งาน คาน โมเมนต์ และเครื่องกล แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผ่านการเรียนเรื่องเหล่านี้มาแล้ว เพื่อทำการสำรวจข้อบกพร่อง แล้วนำข้อบกพร่องที่มีความถี่มากที่สุด 3 อันดับแรก มาเป็นข้อมูลในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยให้ครอบคลุมข้อบกพร่องที่รวบรวมไว้ และสร้างตัวลวงให้สอดคล้องกับสาเหตุของข้อบกพร่องที่ต้องการจะวัด นำแบบทดสอบวินิจฉัยที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 6 ท่าน ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และตรวจสอบความถูกต้องของตัวเลือก และความเหมาะสมของตัวลวง แล้วนำไปทดลองใช้ 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ ความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ .2 - .8 ค่าอำนาจจำแนก (D) มากกว่า 0 จากการทดลองใช้ครั้งที่ 2 ได้แบบทดสอบวินิจฉัยที่จะนำไปใช้จริงจำนวน 55 ข้อ

จากข้อสอบทั้งหมด 77 ข้อ ซึ่งมีค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ 0.89 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ .28 -.82 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .12 - .64

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณเรื่อง งาน คานโมเมนต์ และเครื่องกล ไปทดสอบกับตัวอย่างประชากรที่สุ่มไว้ด้วยตนเอง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

1. พิจารณาคำตอบของตัวอย่างประชากรแต่ละคนในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ถ้าตัวอย่างประชากรตอบผิด 3 ข้อ ใน 5 ข้อ ถือว่าตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์นั้น ๆ

2. พิจารณาข้อสอบแต่ละข้อที่ตัวอย่างประชากรแต่ละคนมีข้อบกพร่องในแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ถ้าตัวอย่างประชากรแต่ละคนมีข้อบกพร่องในสาเหตุใด ๆ เกินร้อยละ 50 ถือว่า ตัวอย่างประชากรแต่ละคนมีข้อบกพร่องจากสาเหตุนั้น

3. สาเหตุของข้อบกพร่องที่มีความถี่ของตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป ถือว่าเป็นสาเหตุของข้อบกพร่องที่ต้องแก้ไข

สรุปผลการวิจัย

การวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณเรื่อง งาน คาน โมเมนต์ และเครื่องกล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานครปรากฏผลว่า ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่อง และสาเหตุของข้อบกพร่องเรียงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมได้ดังนี้

1. ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การคำนวณหางานที่ใช้ในการดึงวัตถุไปตามพื้นเอียง ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่อง โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจาก การสะเพร่าในการตอบ โดยโจทย์ให้คำนวณหางาน แต่กลับตอบเป็นขนาดของแรง

2. ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การคำนวณหาค่าแรงที่ใช้ในการตอกลิ่ม เมื่อทราบค่าความต้านทาน ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่อง โดยมีสาเหตุมาจาก การแทนค่าความยาวของลิ่มไม่ถูกต้อง

3. ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโมเมนต์ เช่น ขนาดของน้ำหนักที่มาแขวน หรือระยะทางที่แขวนวัตถุ ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่อง โดยมีสาเหตุมาจากไม่ได้นำน้ำหนักของคานมาคิดโมเมนต์

4. ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การสรุปหลักการทำงานของรอกพวงระบบที่ 3 ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องโดยมีสาเหตุมาจาก การไม่เข้าใจเรื่อง หลักการรวมแรง และเรื่องแรงดิ่งในเส้นเชือกเส้นเดียวกันในรอกพวงระบบที่ 3

5. ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การคำนวณหาค่าความพยายามและความต้านทานในเรื่องล้อและเพลา ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องโดยมีสาเหตุมาจาก การใช้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางแทนที่จะใช้ค่ารัศมีของล้อและเพลา

6. ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การสรุปหลักการทำงานของรอกพวงระบบที่ 1 ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่อง โดยมีสาเหตุมาจาก การไม่เข้าใจเรื่อง หลักการรวมแรง และเรื่องแรงดิ่งในเส้นเชือกเส้นเดียวกันในรอกพวงระบบที่ 1

7. ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การคำนวณหางานของแรง โดยหาจากผลคูณของขนาดแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่อง โดยมีสาเหตุมาจาก การสับสนระหว่างมวลกับแรง โดยแทนค่าขนาดของแรงเป็นค่าของมวล

8. ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่อง การสรุปหลักการทำงานของรอกพวงระบบที่ 2 ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่อง โดยมีสาเหตุมาจาก การไม่เข้าใจเรื่อง หลักการรวมแรง และเรื่องแรงดิ่งในเส้นเชือกเส้นเดียวกันในรอกพวงระบบที่ 2

อภิปรายผล

จากการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง งาน คาน โมเมนต์ และเครื่องกล ซึ่งพบว่าตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณ ในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 8 จุดประสงค์นั้น อาจอภิปรายได้ดังนี้

1. ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องการคำนวณหางานที่ใช้ในการดึงวัตถุไปตามพื้นเอียง โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการสะเพร่าในการตอบ โดยโจทย์ให้คำนวณหางาน แต่กลับตอบเป็นขนาดของแรง ซึ่งอาจเป็นเพราะ นักเรียนมักถูกสอนให้จำสูตร แล้วนำไปใช้ได้ทันที ฉะนั้นเวลาคำนวณ ตัวอย่างประชากรจึงแทนค่าตัวเลขในสูตรของพื้นเอียง โดยไม่ทันดูว่าโจทย์ถามเรื่อง งานของพื้นเอียง ไม่ได้ถามหาแรงความพยายาม ฉะนั้นเมื่อได้ค่าตัวเลข ตัวอย่างประชากรจึงรีบตอบทันที โดยไม่ได้ตรวจสอบคำตอบระหว่างการทำโจทย์ ผลการวิจัยนี้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ทัศนาพร คลังแก้ว (2532 : 75) ที่พบว่า ในการทำโจทย์คณิตศาสตร์ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องในด้านเทคนิคการทำ และไม่มีการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา แสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างประชากรมักจะสะเพร่าในระหว่างการทำโจทย์วิทยาศาสตร์ภาคคำนวณ ทั้งที่ตัวอย่างประชากรสามารถจำสูตรได้ เมื่อพบปัญหาและสาเหตุของปัญหาในการเรียนเรื่องนี้ ครูที่ทำหน้าที่ในการสอนจึงควรหมั่นเตือนให้นักเรียนระมัดระวังในการทำโจทย์ และฝึกให้นักเรียนมีการตรวจทานขณะทำโจทย์ พร้อมทั้งตรวจคำตอบให้เรียบร้อยก่อนส่งทุกครั้ง

2. ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องการคำนวณหาแรงที่ใช้ในการดอกลิ่ม เมื่อทราบค่าความต้านทาน โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการที่นักเรียนใช้ค่าความยาวของลิ่มไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าในการคำนวณเกี่ยวกับลิ่มนั้น ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่ ไม่ค่อยเข้าใจมโนทัศน์เรื่องระยะทางของความพยายาม และมโนทัศน์เรื่อง ระยะทางของความต้านทาน ประกอบกับลิ่มนั้นเป็นเครื่องกลที่ตัวอย่างประชากรไม่คุ้นเคยกับการทำงานของเครื่องกลมากนัก จึงมีผลทำให้ตัวอย่างประชากรไม่สามารถจินตนาการการทำงานของลิ่มได้ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ จำนง พรายแย้มแข

(2516 : 47) ที่ว่า "การที่บุคคลจะเกิดมโนทัศน์ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง ก็ต่อเมื่อบุคคลนั้นจะต้องมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ความจริง หลักการและสรุปรวมของเรื่องนั้นมาแล้ว" ฉะนั้นเมื่อตัวอย่างประชากรไม่คุ้นเคยกับเครื่องกลชนิดนี้ จึงทำให้ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์นี้ ในการแก้ปัญหาเหล่านี้ ครูจำเป็นจะต้องนำอุปกรณ์ที่เป็นเครื่องกลประเภทลิ่ม เช่น ขวาน มีด มาให้นักเรียนดู และมีการทดลองใช้เครื่องกลประเภทลิ่ม เพื่อจะได้ให้นักเรียนได้สัมผัสกับเครื่องกลชนิดนี้จนเกิดความคุ้นเคย และเกิดประสบการณ์ในเรียนรู้ขึ้นมา และขณะเดียวกัน ครูต้องพยายามสอนมโนทัศน์เรื่อง ระยะทางของความพยายามและความต้านทานให้นักเรียนเข้าใจ โดยพยายามใช้ภาษาที่ง่าย ๆ และเป็นภาษาที่นักเรียนคุ้นเคย เน้นจุดที่สำคัญ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้เอง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ พนัส หันนาคินทร์ (2526 : 99) ที่ว่า ". . . ในการสอนมโนทัศน์อาจกระทำได้โดยการให้คำอธิบายอย่างแจ่มแจ้ง ครูต้องพยายามใช้หลักการที่ได้ผลในการติดต่อสื่อสารความคิด เช่น ใช้คำพูดที่นักเรียนคุ้นเคย ใช้ประโยคง่าย ๆ เน้นจุดที่สำคัญ . . ."

3. ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับโมเมนต์ เช่น ขนาดของน้ำหนักที่มาแขวนหรือระยะทางที่แขวนวัตถุ โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการที่ตัวอย่างประชากรไม่ได้นำน้ำหนักของคานมาคิดโมเมนต์ การที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะว่าน้ำหนักของคานเป็นเรื่อง นามธรรม มากกว่ารูปธรรม ตัวอย่างประชากรจะต้องสามารถจินตนาการได้ว่า ถ้าคานมีน้ำหนักจะต้องนำน้ำหนักของคานมาคิดค่าโมเมนต์ด้วย แต่ตัวอย่างประชากรส่วนมากมักบกพร่องในการทำโจทย์ โดยไม่ได้นำน้ำหนักของคานมาคิดค่าโมเมนต์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรพิมล สกุลคู (2525 : 66) ที่พบว่า นักเรียนทั้งหมด 368 คน อายุระหว่าง 15-17 ปี จำนวน 4.62 % เป็นนักเรียนที่มีระดับพุทธิปัญญาขั้นคิดแบบรูปธรรม (Concrete Operation) 53.53 % เป็นนักเรียนที่มีระดับพุทธิปัญญาขั้นอยู่ระหว่างขั้นคิดแบบนามธรรม และขั้นคิดแบบรูปธรรม 41.85 % เป็นนักเรียนที่มีพุทธิปัญญาขั้นคิดแบบนามธรรม (Formal Operation) จะเห็นว่า มีนักเรียนเพียง 41.85 % เท่านั้นที่มีระดับพุทธิปัญญาขั้นคิดแบบนามธรรมฉะนั้นตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่จึงมีระดับพุทธิปัญญาขั้นคิดแบบรูปธรรม จึงทำให้มีข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่องนี้ ในการแก้ปัญหาข้อบกพร่องในเรื่องนี้ ครูผู้สอนจำเป็นจะต้องเน้น

หรือย้ำเตือนนักเรียนเสมอว่า ถ้าเป็นคานตรงสม่ำเสมอมีน้ำหนัก เวลาคิดน้ำหนักของคานจะคิดว่า น้ำหนักของคานจะไปตกที่จุดกึ่งกลางคานเสมอ ขณะเดียวกันครูต้องหมั่นให้โจทย์แบบฝึกหัด โดยเน้นน้ำหนักของคานและฝึกให้นักเรียนแก้ปัญหามาก ๆ เพื่อจะได้เกิดความเข้าใจมากขึ้น หรือไม่ ครูอาจจะใช้วิธีการให้โจทย์แบบฝึกหัดโดยให้รูปคาน พร้อมทั้งแสดงน้ำหนักของคานประกอบด้วย เพื่อเป็นการฝึกให้นักเรียนคุ้นเคยก่อนแล้วจึงค่อยให้โจทย์ที่ ไม่มีรูปประกอบ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องน้ำหนักของคาน และจะไม่ลืมคิดน้ำหนักคาน ดังที่ คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอน และการผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ ของทบวงมหาวิทยาลัย (2525 : 31-32) ได้เสนอว่า "ในการสอนให้เกิดมโนทัศน์แก่นักเรียนจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับบทเรียน และวุฒิภาวะของนักเรียนเพราะอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการเรียนจะทำให้เนื้อหาที่ยากกลับง่ายขึ้น" ฉะนั้นถ้านักเรียนเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง น้ำหนักของคาน ย่อมจะทำให้นักเรียนไม่มีข้อบกพร่องในเรื่องนี้

4. ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องการสรุปหลักการทำงานของรอกพวงระบบที่ 1 ระบบที่ 2 และระบบที่ 3 โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจาก การที่ตัวอย่างประชากรไม่เข้าใจหลักการรวมแรง และไม่เข้าใจเรื่องแรงดึงในเส้นเชือกเส้นเดียวกันตลอด ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่ารอกนั้นจัดเป็นเครื่องกลชนิดหนึ่ง ซึ่งในชีวิตประจำวันตัวอย่างประชากรแทบจะไม่รู้จัก หรือไม่เคยเห็นเครื่องกลชนิดนี้เลย เพราะส่วนมากรอกพวงจะนำมาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เพื่อช่วยในการยกของที่มีน้ำหนักมาก ๆ ฉะนั้นเมื่อตัวอย่างประชากรไม่คุ้นเคย หรือไม่มีพื้นฐานความรู้เรื่องนี้เลย ก็ย่อมจะทำให้ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในเรื่องนี้ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ เบนจามิน เอส บลูม (Bloom 1976 : 167-168) ที่สรุปได้ว่า ความรู้พื้นฐานเดิมของนักเรียนมีความสัมพันธ์กันทางบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ฉะนั้นตัวอย่างประชากรจึงมีข้อบกพร่องทางการเรียนเรื่อง รอกพวงทั้ง 3 ระบบ นอกจากนี้การที่ตัวอย่างประชากรจะทำโจทย์เรื่องรอกพวงได้นั้น ตัวอย่างประชากรจะต้องสามารถจินตนาการได้ว่าขณะนี้มีแรงดึงในทิศทางใด และตัวอย่างประชากรจะต้องมีความเข้าใจในมโนทัศน์เรื่อง แรง และผลของแรงลัพธ์ได้เป็นอย่างดี แต่จากการวิจัยของ จิตรารมภ์ ทองนิ่ม (2530 : 50) พบว่าตัวอย่างประชากรมีมโนทัศน์เรื่อง การหาขนาดและทิศทางของแรงต่ำมาก

แสดงว่าตัวอย่างประชากรส่วนมากยังไม่เข้าใจในมโนทัศน์เรื่อง แรง ฉะนั้นเมื่อตัวอย่างประชากรมาทำโจทย์เรื่อง รอกพวงระบบต่าง ๆ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยพื้นความรู้ และความเข้าใจในเรื่องแรงและแรงลัพธ์ จึงส่งผลทำให้ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในการคำนวณเรื่อง รอกพวงทั้ง 3 ระบบ โดยมีสาเหตุมาจากการไม่เข้าใจในมโนทัศน์เรื่อง แรงดึง และแรงลัพธ์ ในการแก้ปัญหาข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องนี้ ครูควรจะมีการปูพื้นฐานมโนทัศน์เรื่อง แรง แรงลัพธ์ และหลักการรวมแรงให้นักเรียนเข้าใจเสียก่อน โดยที่ครูต้องพยายามสอนโดยอาศัยการโยงเข้ากับประสบการณ์เดิมของนักเรียน ซึ่งนักเรียนเคยเรียนมาแล้ว เช่น โยงกับเรื่องแรงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และครูต้องพยายามใช้คำพูดง่าย ๆ และเป็นคำพูดที่นักเรียนคุ้นเคย จากนั้นจึงโยงเข้าหาเรื่องแรงในเรื่องรอกพวงทั้ง 3 ระบบ และครูจำเป็นต้องให้นักเรียนคุ้นเคยกับรอกพวงทั้ง 3 ระบบ โดยให้นักเรียนช่วยกันประดิษฐ์รอกพวงทั้ง 3 ระบบ พร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนได้ทดลองใช้รอกพวงทั้ง 3 ระบบ ในการผ่อนแรง ฉะนั้นเมื่อนักเรียนทำโจทย์คำนวณเรื่องรอกพวงทั้ง 3 ระบบ ก็จะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจได้ดีขึ้น

5. ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องการคำนวณหาค่าความพยายาม และค่าความต้านทานในเรื่องล้อและเพลา โดยมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจาก การที่ตัวอย่างประชากรใช้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางแทนที่จะใช้ค่ารัศมีของล้อและเพลา เนื่องจากในการคำนวณเรื่อง ล้อและเพลานั้น ครูมักจะสอนมโนทัศน์ในเรื่อง งาน ความพยายาม ความต้านทาน แล้วให้สูตรในการคำนวณ และนักเรียนส่วนใหญ่ก็จะท่องสูตรแล้วนำไปแทนค่า โดยไม่ทันระวังว่า ในการคำนวณต้องใช้ค่ารัศมีของล้อ และใช้ค่ารัศมีของเพลา จะใช้ปนกันระหว่างรัศมีกับเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ได้ จึงทำให้ตัวอย่างประชากรส่วนมากเกิดความสะเพร่า โดยการแทนค่าผิด ใช้ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางแทนค่ารัศมีของล้อและเพลา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิทสา โมว์โชวิทช์-ฮาดาร์ และคณะ (Movshovitz Hadar and other 1987 : 35) ที่พบว่า นักเรียนที่ทำแบบทดสอบทางคณิตศาสตร์ จะมีข้อบกพร่องในเรื่องการบิดเบือน ทฤษฎี กฎ สูตร และนิยาม โดยนักเรียนจำสูตรผิด ฉะนั้นเมื่อตัวอย่างประชากรทำโจทย์เรื่อง ล้อและเพลา จึงทำให้ตัวอย่างประชากรจำสูตรผิด หรืออาจไม่เข้าใจนิยามของค่าความพยายามและค่าความต้านทาน จึงส่งผลตัวอย่างประชากรมี

ข้อบกพร่องในเรื่องนี้ได้ ฉะนั้นเวลาสอนเรื่องล้อและเพลานี้ให้ครูควรสอนให้นักเรียนเข้าใจวิธีการทำโดยไม่ต้องใช้สูตร โดยครูจะต้องเน้นในมโนทัศน์เรื่องระยะทางของความพยายาม และความต้านทานในเรื่องล้อและเพลา โดยครูควรหาอุปกรณ์ที่เป็นแบบจำลองเรื่องล้อและเพลามาให้นักเรียนดู พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ทดลองใช้ล้อและเพลาในการทำงานด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนจะได้มองเห็นภาพในการทำงานของล้อและเพลาได้ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ พนัส หันนาคินทร์ (2526 : 99) ที่ว่า การสอนมโนทัศน์อาจกระทำได้โดยจัดหาอุปกรณ์ที่เป็นจริง การอธิบายมโนทัศน์จะชัดแจ้ง หากว่าการอธิบายนั้นสัมพันธ์กับสิ่งที่เข้าใจอยู่ก่อนแล้ว" ฉะนั้นเมื่อนักเรียนได้สัมผัสกับของจริงย่อมทำให้นักเรียนเข้าใจในเรื่องนั้นดีขึ้น ซึ่งจะเป็นการช่วยแก้ปัญหาในการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณเรื่อง ล้อและเพลาได้

6. ตัวอย่างประชากรมีข้อบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องการคำนวณหางานของแรง โดยหาจากผลคูณของขนาดของแรงกับระยะทางที่วัตถุเคลื่อนที่ไปตามแนวแรง โดยมีสาเหตุมาจาก การสับสนระหว่างมวลกับแรง โดยแทนค่าขนาดของแรงเป็นค่าของมวล ซึ่งอาจเป็นเพราะว่า ในชีวิตประจำวันตัวอย่างประชากรไม่คุ้นเคยกับคำว่า มวล และแรง ส่วนมากจะคุ้นเคยกับคำว่าน้ำหนัก ฉะนั้นเวลาทำโจทย์คำนวณหาค่างาน ตัวอย่างประชากรมักจะสับสนระหว่างมวลกับแรง โดยมักจะแทนค่าของมวลเป็นค่าของแรง หรือไม่ก็แทนค่าของแรงเป็นค่าของมวล ซึ่งแสดงว่าตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ในเรื่องมวลและแรงค่อนข้างต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตรารมณ์ ทองนิ่ม (2530 : 50) ที่พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางฟิสิกส์เรื่องมวลอยู่ในระดับต่ำมาก และมีมโนทัศน์เรื่องแรงอยู่ในระดับปานกลาง จึงอาจกล่าวได้ว่าตัวอย่างประชากรส่วนมากมีความสับสนระหว่างมโนทัศน์เรื่องแรงกับเรื่องมวลจึงส่งผลทำให้ตัวอย่างประชากรบกพร่องในเรื่องนี้ และจากกจรวิจัยของ โสภาพรรณ แสงศัพท์ (2519 : 103) ที่พบว่า นักเรียนส่วนมากมีมโนทัศน์ที่ทำให้เกิดความรู้และความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนมากที่สุดในเรื่อง มวลและน้ำหนัก ฉะนั้นจึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ตัวอย่างประชากรบกพร่องในจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่อง การคำนวณหางานโดยมีสาเหตุมาจาก การสับสนระหว่างมวลกับแรงได้ เพื่อจะแก้ไขข้อบกพร่องนี้ ครูควรปูพื้นฐานมโนทัศน์ย่อย ๆ ให้เข้าใจก่อน แล้วจึงค่อยสอนมโนทัศน์ใหญ่ เช่น ครูควรสอนมโนทัศน์

ในเรื่อง แรง มวล น้ำหนัก ให้เข้าใจก่อนจะขึ้นเรื่อง งาน ครูต้องพยายามโยงเรื่องเหล่านี้ให้สัมพันธ์กับเรื่องในชีวิตประจำวันให้มากที่สุด และพยายามให้นักเรียนเป็นผู้สรุปหรือให้คำนิยามมโนทัศน์เหล่านั้นด้วยตนเอง เพราะจะทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์นั้น ๆ เป็นอย่างดี ซึ่งเท่ากับเป็นการช่วยลดข้อบกพร่องในการเรียนเรื่อง งานได้

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

จากการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ทราบว่า ตัวอย่างประชากรซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่มีข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณเรื่อง งาน คาน โมเมนต์ และเครื่องกล หลายด้าน ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้ดียิ่งขึ้น ดังต่อไปนี้

1. ในด้านหลักสูตร ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาในแบบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในเรื่อง งาน คาน โมเมนต์ และเครื่องกล ให้มีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน

2. ในด้านการเรียนการสอน ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณเรื่อง งาน คาน โมเมนต์ และเครื่องกล ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ควรจะมีการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและสาเหตุของข้อบกพร่องในด้านต่าง ๆ โดยครูอาจจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสม โดยให้นักเรียนได้เห็นของจริง ได้ทดลองด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรง หรือพยายามทำให้เนื้อหาเหล่านี้ มีความเป็นรูปธรรมมากขึ้นกว่าเดิม ขณะเดียวกันต้องพยายามให้นักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์ต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งสิ่งเหล่านี้อาจช่วยแก้ไขข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณของนักเรียนได้

3. ในด้านการประเมินผล ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ควรมีการนำแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนวิทยาศาสตร์ภาคคำนวณไปใช้ในการประเมินผล เพื่อทำการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนที่เป็นปัญหา และอุปสรรคในการเรียนของนักเรียนเพื่อหาทางแก้ไข และช่วยเหลือนักเรียนต่อไป ขณะเดียวกันผู้ใช้

ควรจะมีการกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และวุฒิภาวะของนักเรียน และควรใช้เมื่อจบการสอนเนื้อหาในแต่ละเรื่อง เพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงการเรียนการสอนได้ทันเวลา

4. ในด้านการวิจัย ควรมีการวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในเรื่องอื่น ๆ และระดับชั้นอื่น ๆ เพื่อจะได้ทราบข้อบกพร่องทางการเรียน พร้อมทั้งสาเหตุของข้อบกพร่องในการเรียนเรื่องนั้น ๆ เพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงการเรียนการสอนต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย