

Bättre lärande i fysik med hjälp av hands-on laborationer med datorstöd.

Jonte Bernhard

Linköping University, Campus Norrköping, Norrköping, Sweden

E-mail: jonbe@itn.liu.se, Homepage: www.itn.liu.se/~jonbe

This work is supported in part by
Swedish National Board of Higher Education,
the Council for Renewal of Undergraduate Education.

Most students after a university physics course

- do not understand the meaning of velocity and acceleration
- fail to distinguish force from momentum
- fail to distinguish heat from temperature
- have inappropriate understanding of the relation between voltage and current
- fail to distinguish mathematics from physics and
- fail to distinguish a hypothesis from an experiment.

Frågorna 11-13 hänför sig till ett mynt som kastas rakt upp i luften. Efter det att myntet har släppt rör sig myntet uppåt, når sin högsta punkt och faller sedan nedåt. Använd en av följande val (A till G) för att indikera den kraft som verkar på myntet för varje fall som beskrivs nedan. Om du anser att inget svar är korrekt, så ange svarsalternativ J. **Försumma varje effekt som kan bero på luftmotstånd.**

- A. Kraften är riktad neråt och konstant.
- B. Kraften är riktad neråt och ökande.
- C. Kraften är riktad neråt och minskande.
- D. Kraften är noll.
- E. Kraften är riktad uppåt och konstant.
- F. Kraften är riktad uppåt och ökande.
- G. Kraften är riktad uppåt och minskande.

- _____ 11. Myntet rör sig uppåt efter det att det har kastats rakt uppåt..
- _____ 12. Myntet har nått sin högsta punkt.
- _____ 13. Myntet rör sig nedåt.

Frågorna 30-34 hänför sig till en kollision mellan en lastbil och en personbil. För varje beskrivning av en kollision (30-34) nedan, välj det svarsalternativ från alternativen A till J som bäst beskriver storleken på krafterna mellan personbil och lastbil.

- A. Lastbilen utövar en större kraft på bilen, än vad som bilen utövar på lastbilen.
- B. Bilen utövar en större kraft på lastbilen, än vad som lastbilen utövar på bilen.
- C. Ingen bil utövar någon kraft på den andre, bilen blir kvaddad helt enkelt eftersom den kom ivägen för lastbilen.
- D. Lastbilen utövar en kraft på bilen, men bilen utövar ingen kraft på lastbilen..
- E. Lastbilen utövar lika stor kraft på bilen, som bilen utövar på lastbilen.
- F. Uppgiften innehåller inte tillräckligt med information för att kunna avgöra vilket svarsalternativ som är korrekt.
- J. Inget av svarsalternativen ovan beskriver situationen på ett korrekt sätt.

I frågorna 30 till 32 så är lastbilen mycket tyngre än bilen.



- _____30. De rör sig båda med samma hastighet när de kolliderar. Vilket svarsalternativ ovan beskriver krafterna?
- _____31. Bilen rör sig mycket snabbare än den tyngre lastbilen när de kolliderar. Vilket svarsalternativ ovan beskriver krafterna?
- _____32. Den tyngre lastbilen står stilla när bilen kör in i denna. Vilket svarsalternativ ovan beskriver krafterna?

1. Vi har två metallkulor som har samma storlek, men där den ena väger dubbelt så mycket som den andra. Kulorna släpps från taket på ett en-våningshus exakt samtidigt. Den tid som det tar för kulorna att nå marken blir:
- (A) ungefär hälften så lång för den tyngre kulan som för den lättare. 9%
 - (B) ungefär hälften så lång för den lättare kulan som för den tyngre. 7%
 - (C) ungefär lika för båda kulorna. **72%**
 - (D) väsentligen mindre för den tyngre kulan, men inte nödvändigtvis hälften så lång. 11%
 - (E) väsentligen mindre för den lättare kulan, men inte nödvändigtvis hälften så lång. 1%

2. De två metallkulorna från föregående problem rullar med samma hastighet över kanten på ett horisontellt bord. I detta fall:

(A) båda kulorna träffar golvet på ungefär samma horisontella avstånd från bordet.

25%

(B) den tyngre kulan träffar golvet på ungefär halva horisontella avståndet från bordet jämfört med den lättare kulan.

22%

(C) den lättare kulan träffar golvet på ungefär halva horisontella avståndet från bordet jämfört med den tyngre kulan.

2%

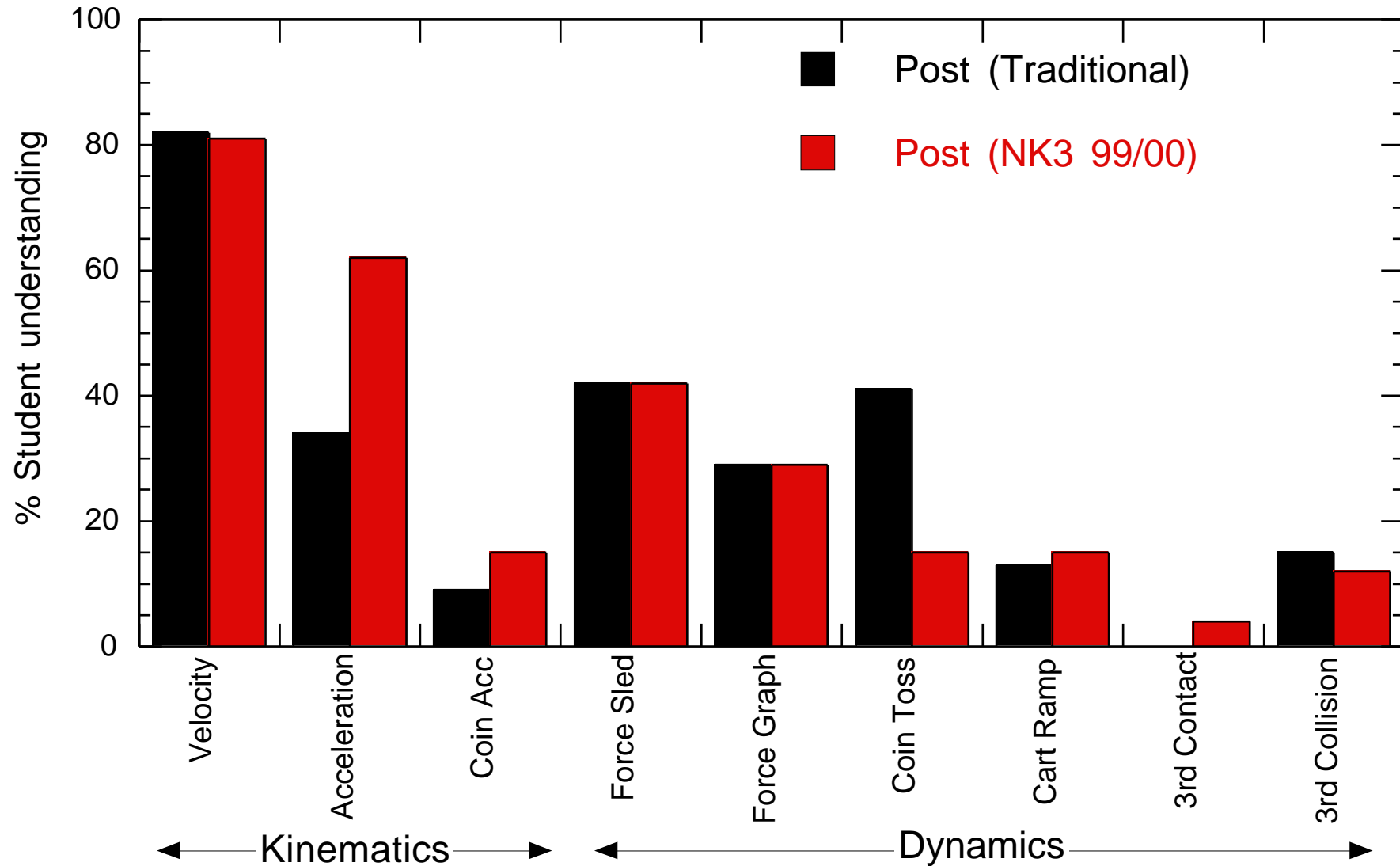
(D) den tyngre kulan träffar golvet väsentligen närmare bordet än den lättare, men inte nödvändigtvis på halva avståndet.

43%

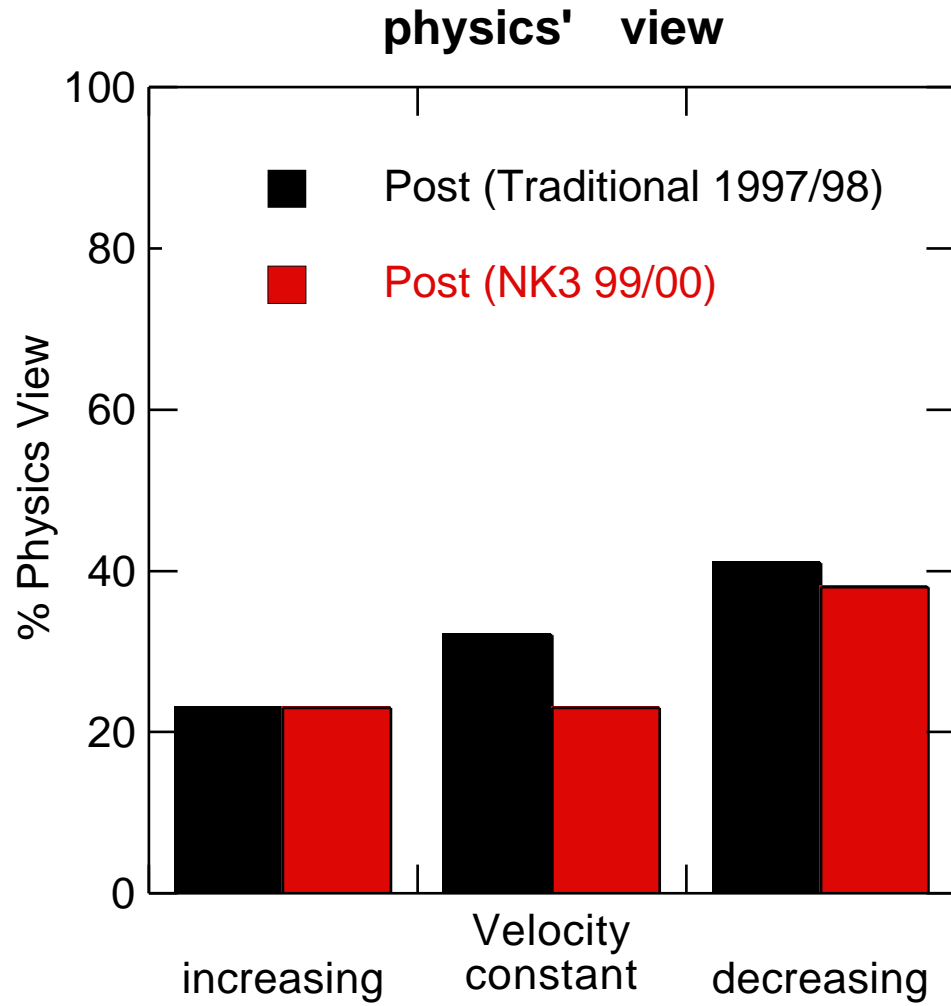
(E) den lättare kulan träffar golvet väsentligen närmare bordet än den tyngre, men inte nödvändigtvis på halva avståndet.

8%

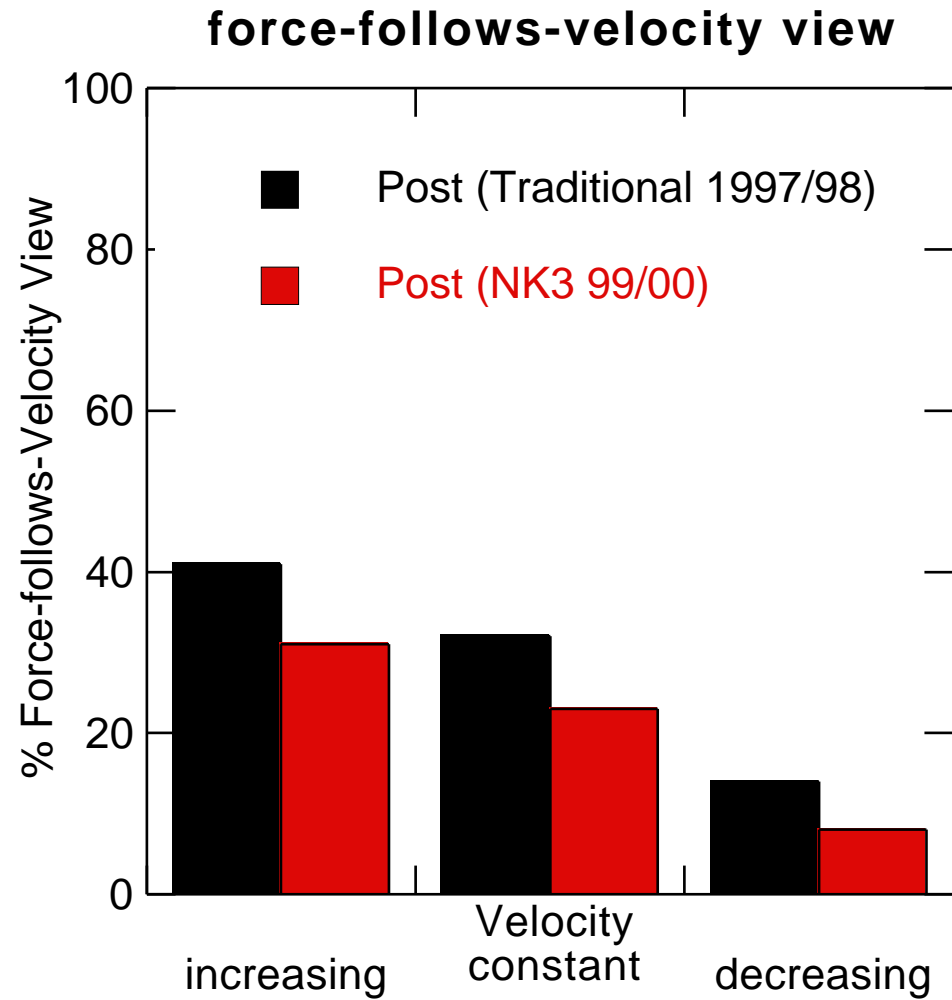
Student understanding after a "traditional" physics course



Student understanding after a "traditional" physics course



Student understanding after a "traditional" physics course



Why?

- 20 years of real-world experience
- strong mental models called preconceptions
- are not blank slates
- mental models of students must be effectively addressed
- very difficult to change an established model

How to change?

A new theory must be

- understandable,
- plausible,
- be in strong conflict with predictions based on the existing one and
- the new model must be seen as useful.

Some advantages of Microcomputer Based Labs (MBL)

- Real-time display of experimental results and graphs
- Direct connection between the real experiment and the abstract representation
- New types of lab experiments facilitating better student learning can be developed using the educational advantage of MBL
- In MBL students do **real** experiments, not simulated ones.
- To take full advantage of MBL the educational implementation is important, not the technology! Active engagement is important!

MBL can be used as

- digital voltmeter
- data-logger
- triple-trace digital storage oscilloscope with differential inputs
- timer
- digital frequency counter
- spectrum analyser
- radiation monitor
- DC power source
- function generator.

Different cases

- an early implementation of MBL-labs (Preservice teachers 1995/96) in a course for preservice science teachers (grade 4-9).
- an full implementation of MBL-labs (Mechanics I 1997/98 for Engineering students) and some other reforms.
- an implementation (Preservice teachers 1998/99) were only the MBL-technology were used but the labs were "traditional" formula verification labs.
- as comparision the results of traditional courses are included.

Implementation of MBL Case 1 and 2

(Preservice teachers 1995/96 and Mechanics I 1997/98)

- In both cases were MBL used in active engagement mode and focused on concepts and connections between different concepts. More stress on kinematics than traditional in Sweden.
- students preconceptions were addressed by asking the students to make predictions of the outcomes of all experiments (**elicit** - confront - resolve)
- students perform the experiment and compare the outcome with the prediction (elicit - **confront** - **resolve**) and discuss the result. At this point the the rapid display of the results by the computer in graphical form is of crucial educational value.

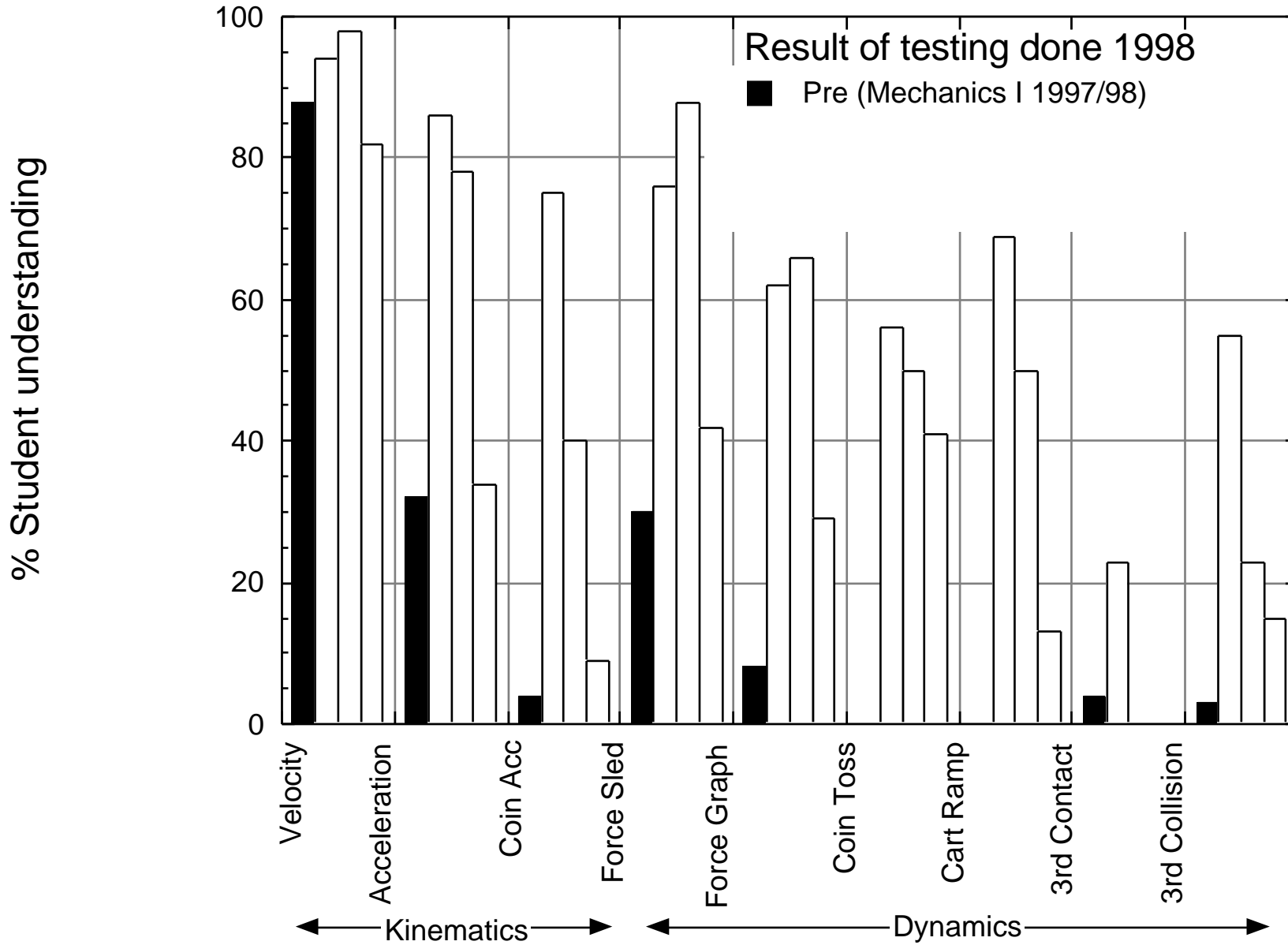
Force Concept Inventory

(Mechanics I, Högskolan Dalarna)

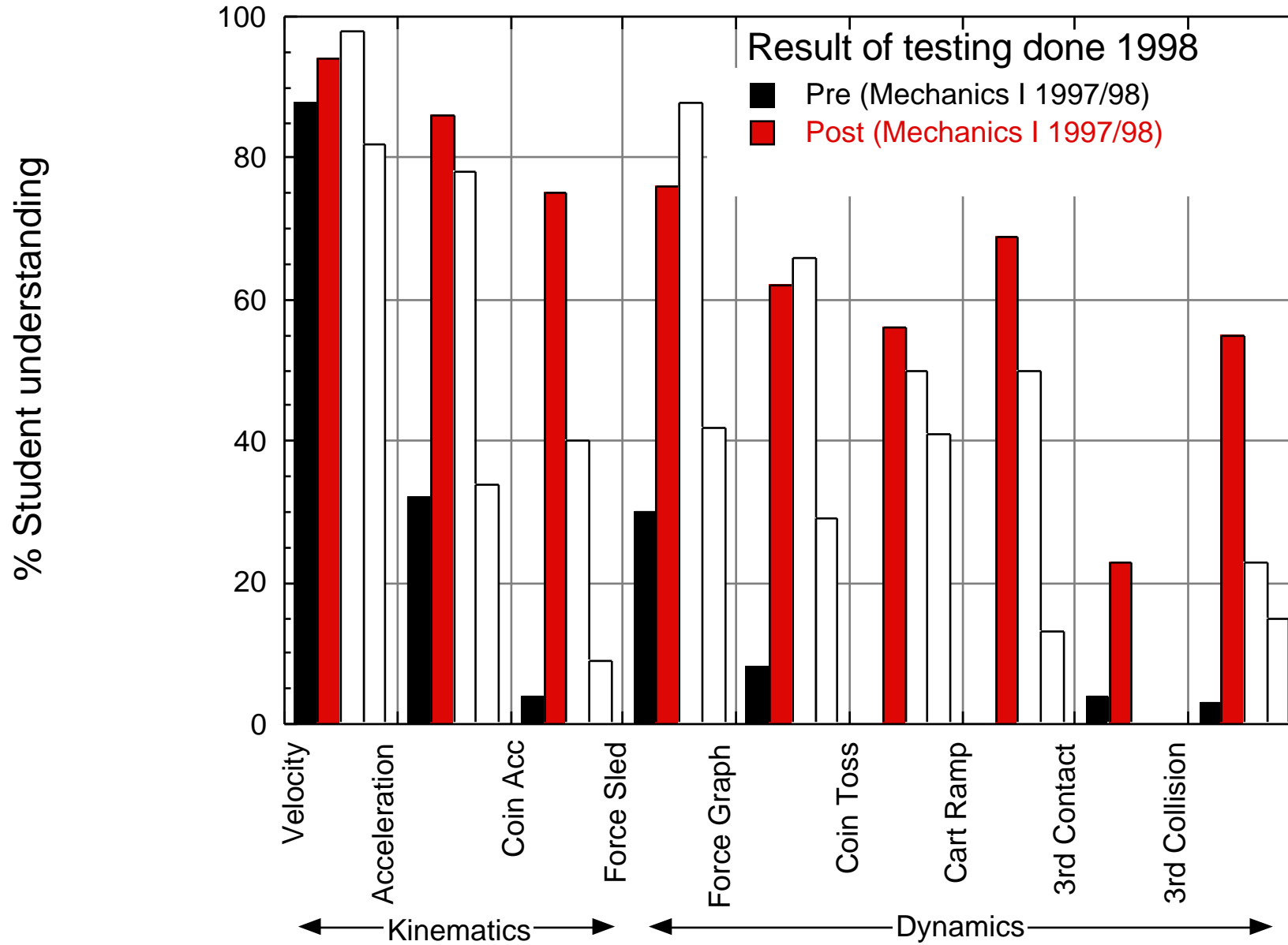
Freshman year	Pretest Average	Posttest Average	Gain (G)	Normalised gain (g)
95/96		62% (After advanced Mechanics)		
96/97	52%	64%	12%	25%
97/98 (**)	51%	73%	22%	45%

Course	Year	Main student body	”Method”	Pretest Average	Posttest Average	Gain (G)	Normalised gain (g)
Preservice	95/96	Preservice Science Teachers (grade 4-9)	Early MBL implementation	~50%	71%	~21%	~42%
Mechanics I	97/98	Engineering	Full MBL + some other reforms	51%	73%	22%	45%
Preservice	98/99	Preservice Science Teachers (grade 4-9)	Only MBL-technology NOT MBL-pedagogy	49%	65%	16%	31%
Traditional	97/98	Engineering	Traditional	~50%	58%	~8%	~16%

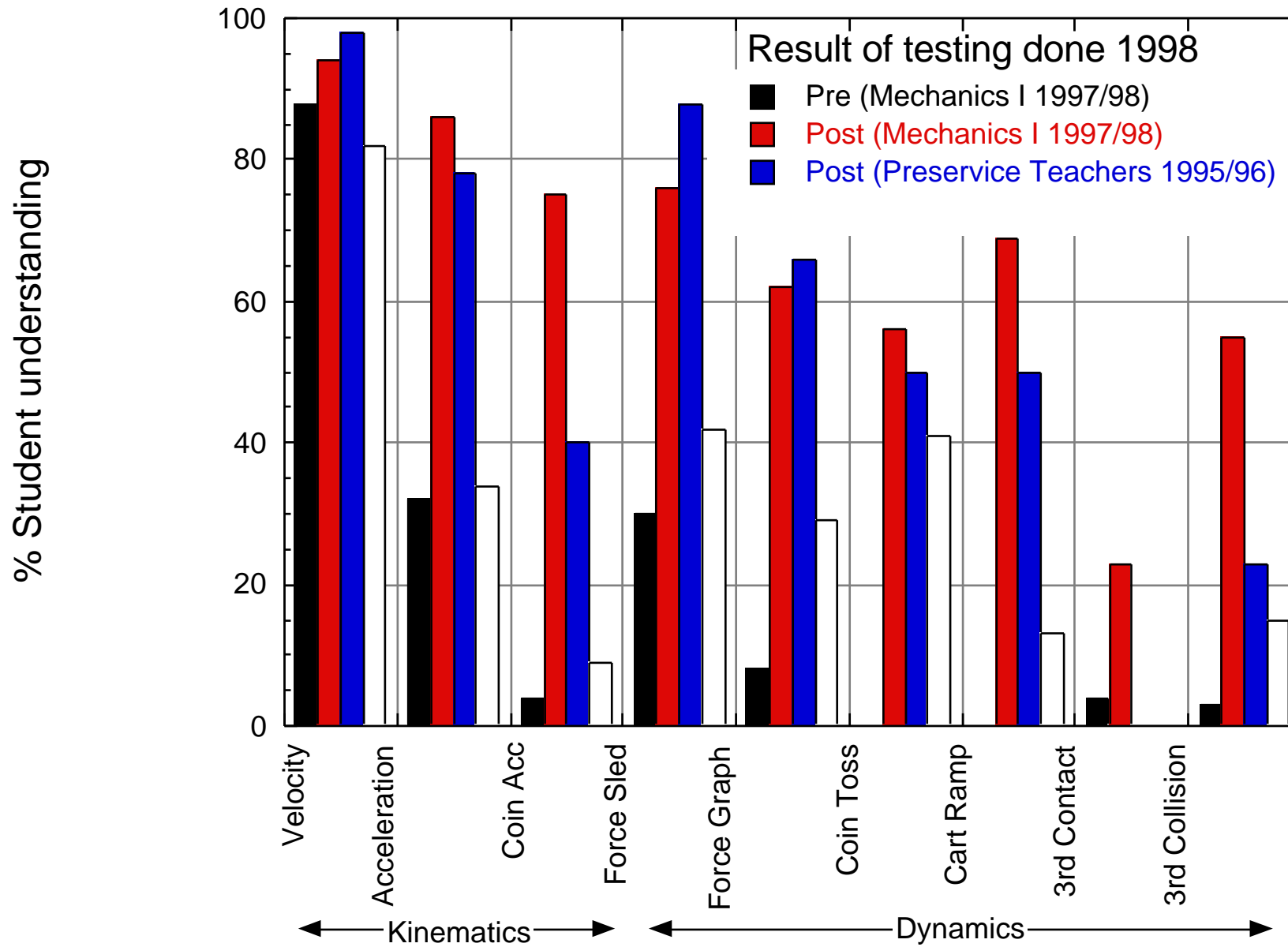
FMCE-results



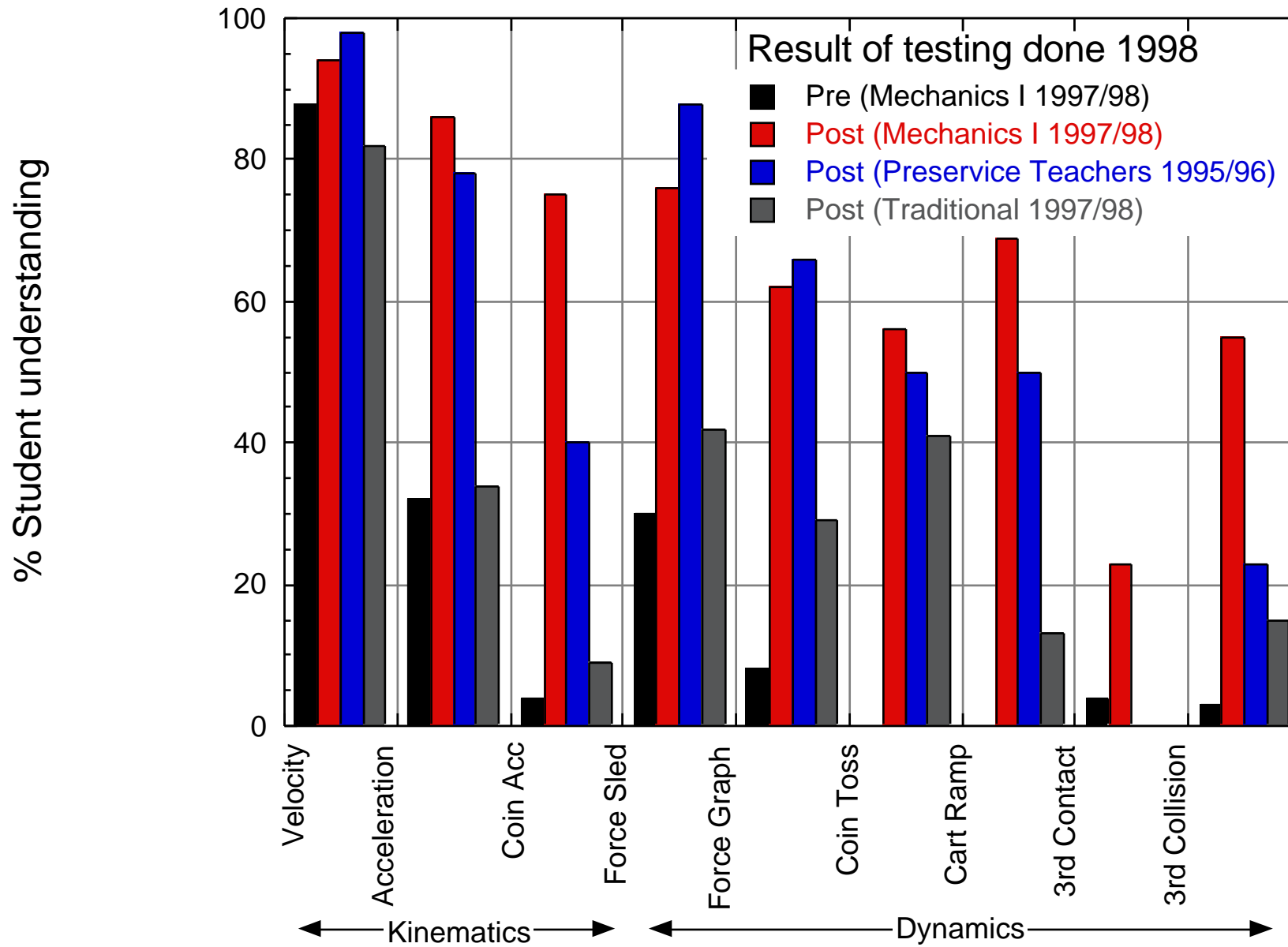
FMCE-results



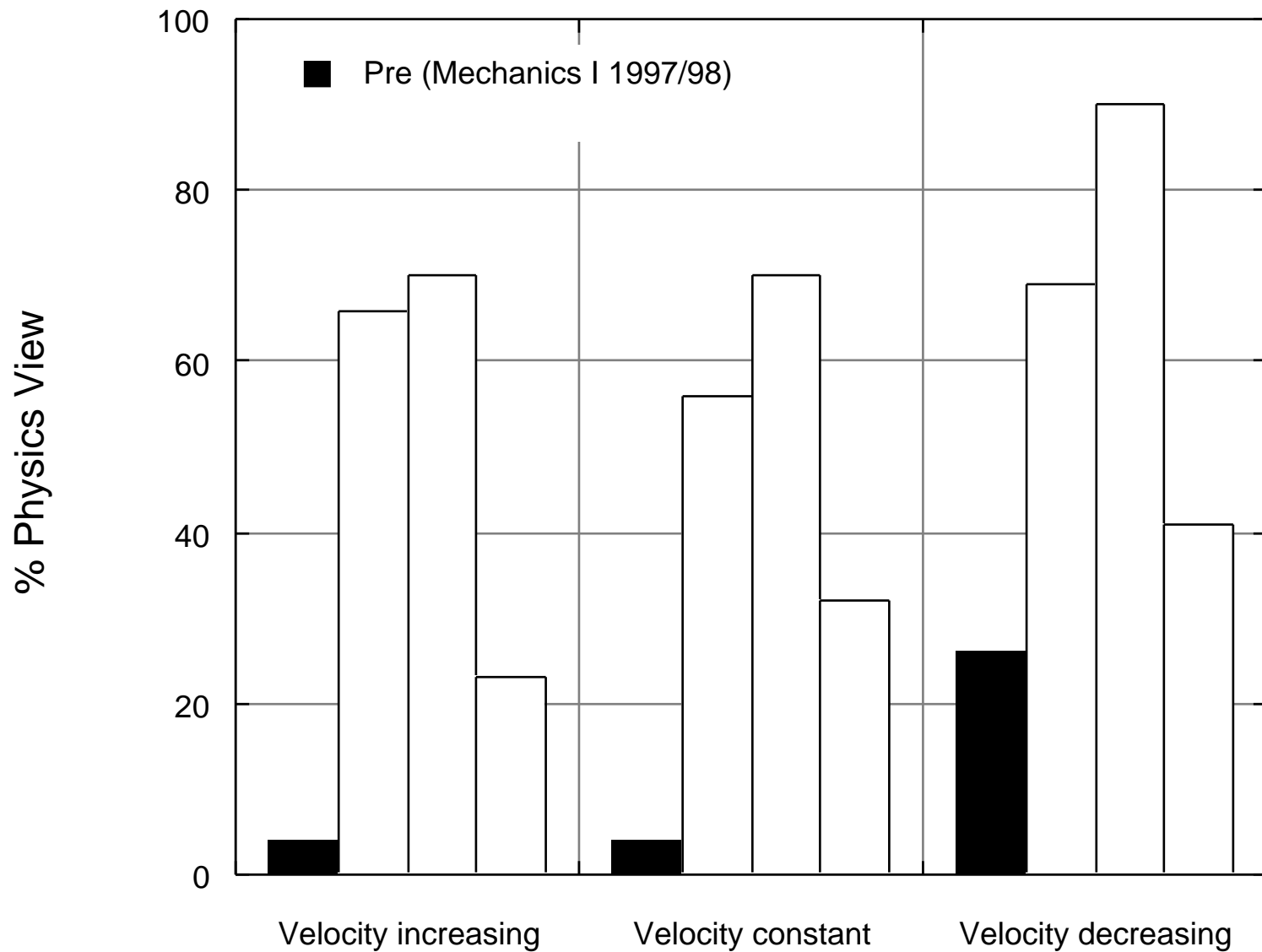
FMCE-results



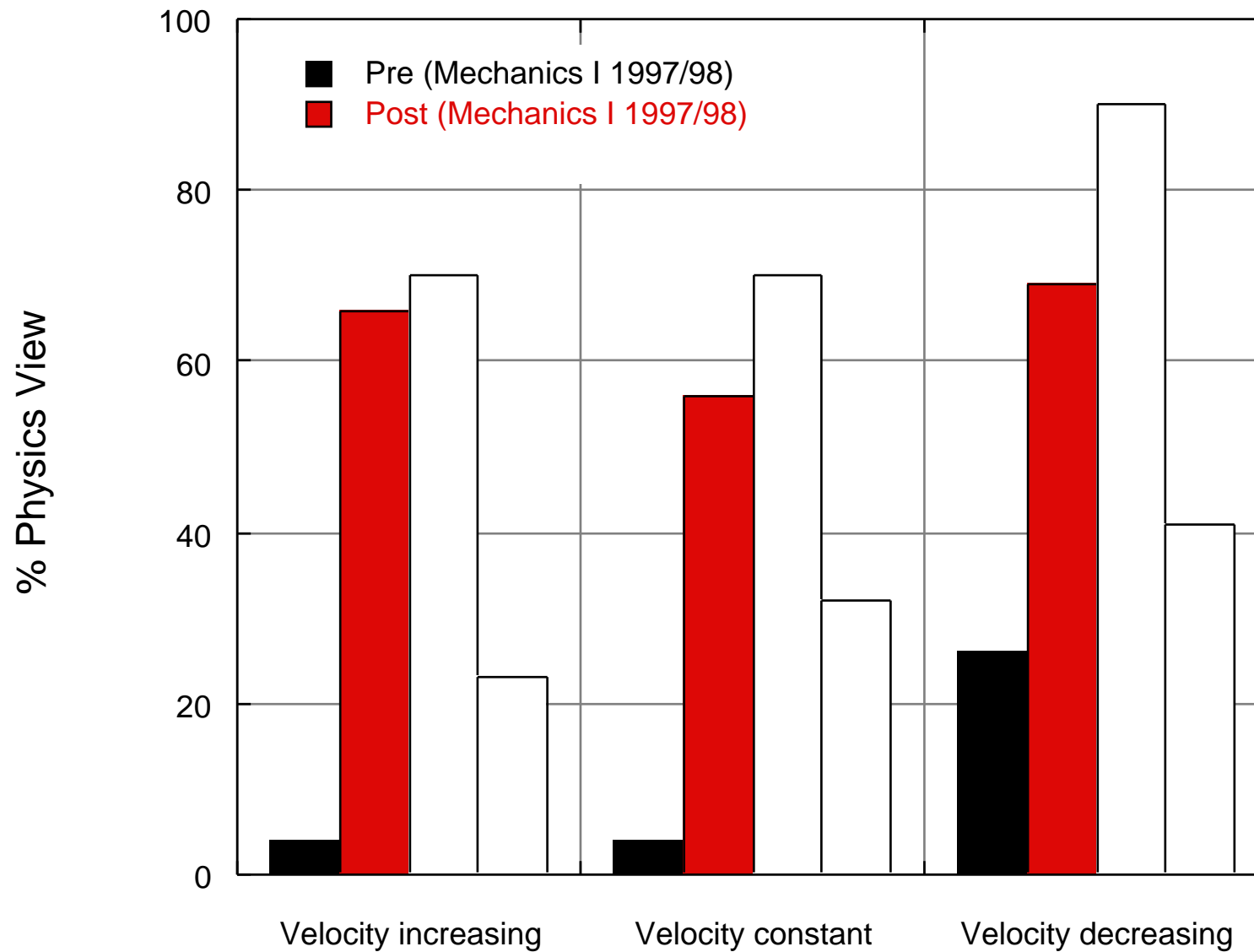
FMCE-results



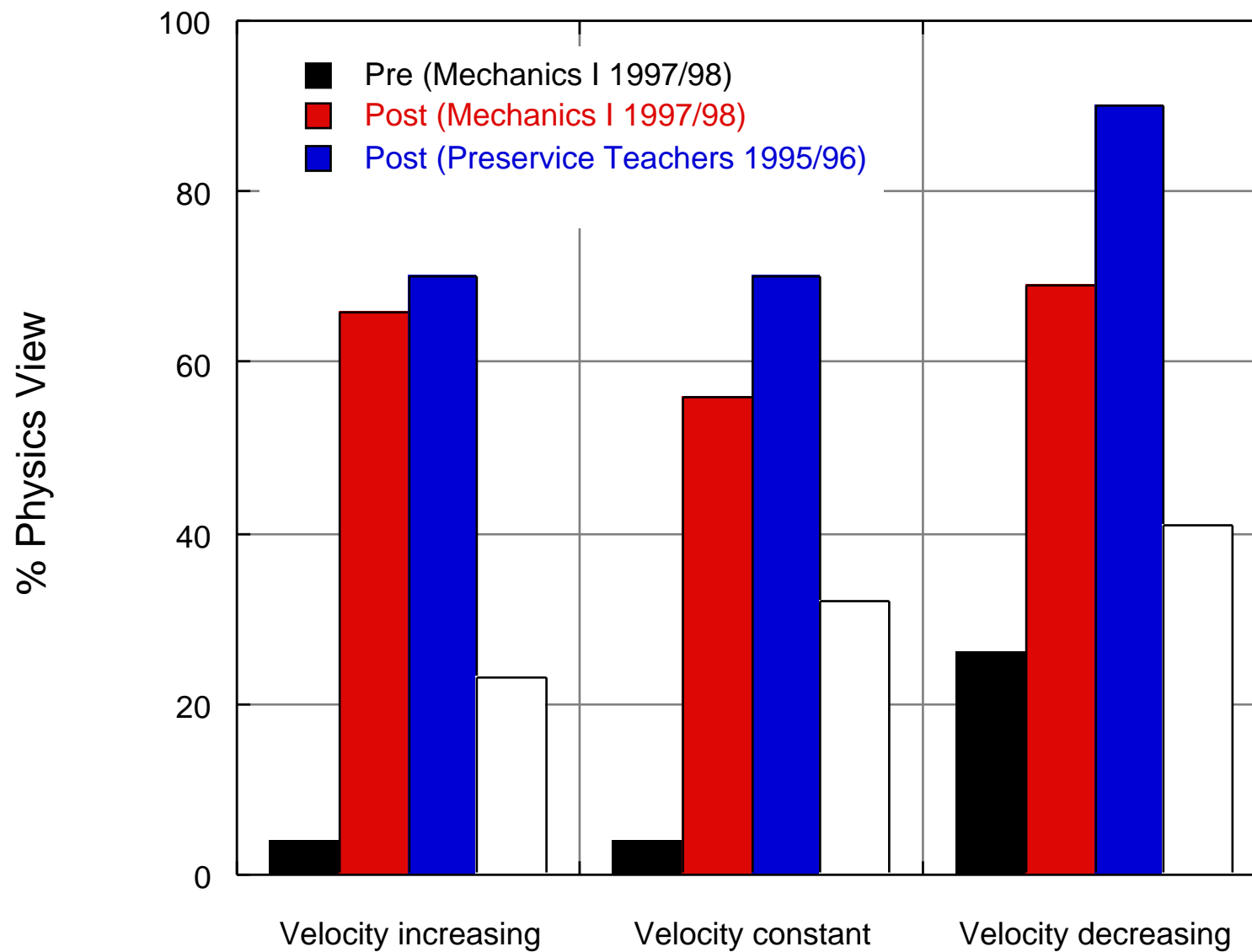
Fraction of Physicists' view assigned from FMCE-data



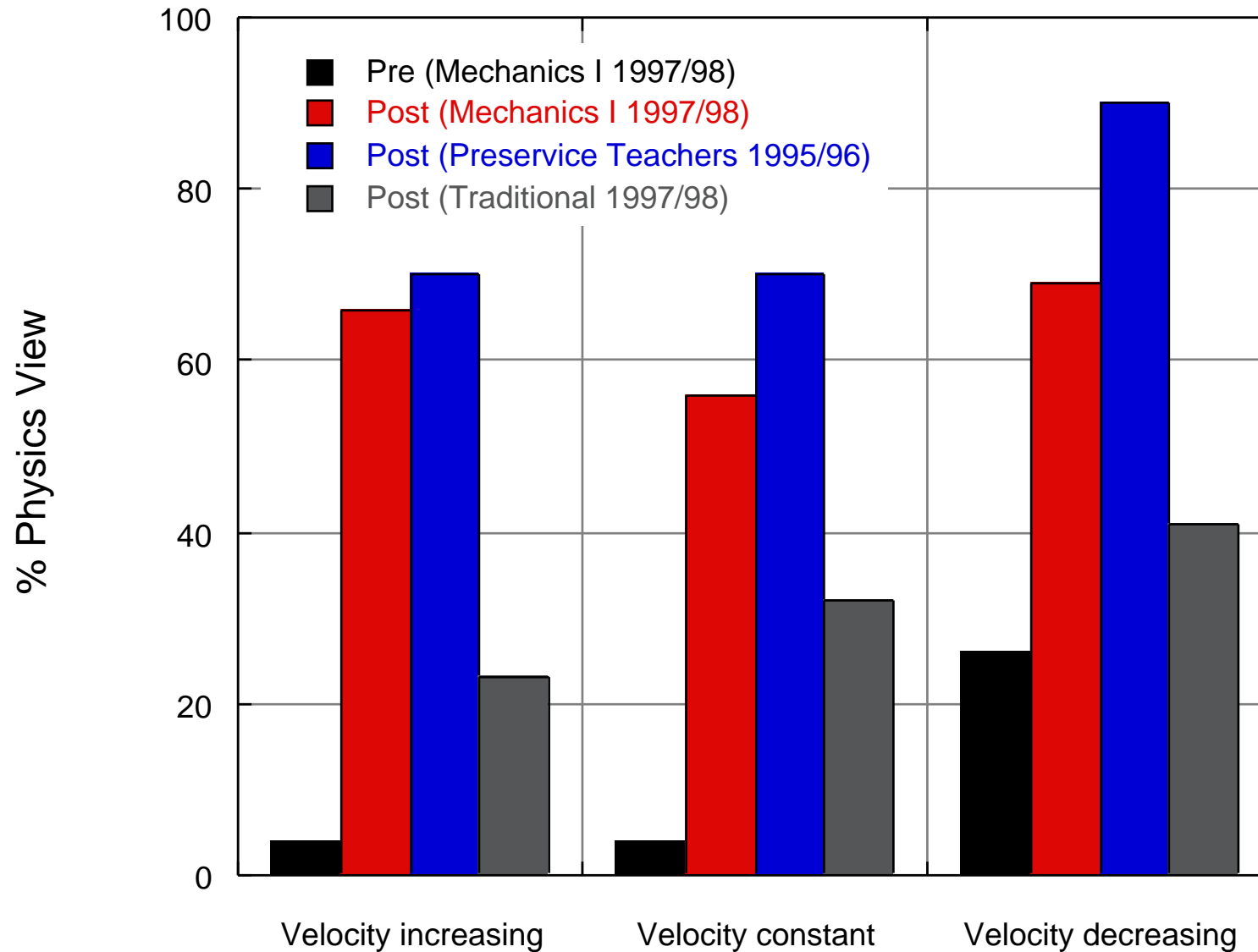
Fraction of Physicists' view assigned from FMCE-data



Fraction of Physicists' view assigned from FMCE-data



Fraction of Physicists' view assigned from FMCE-data (R Thorntons Conceptual Dynamics method)



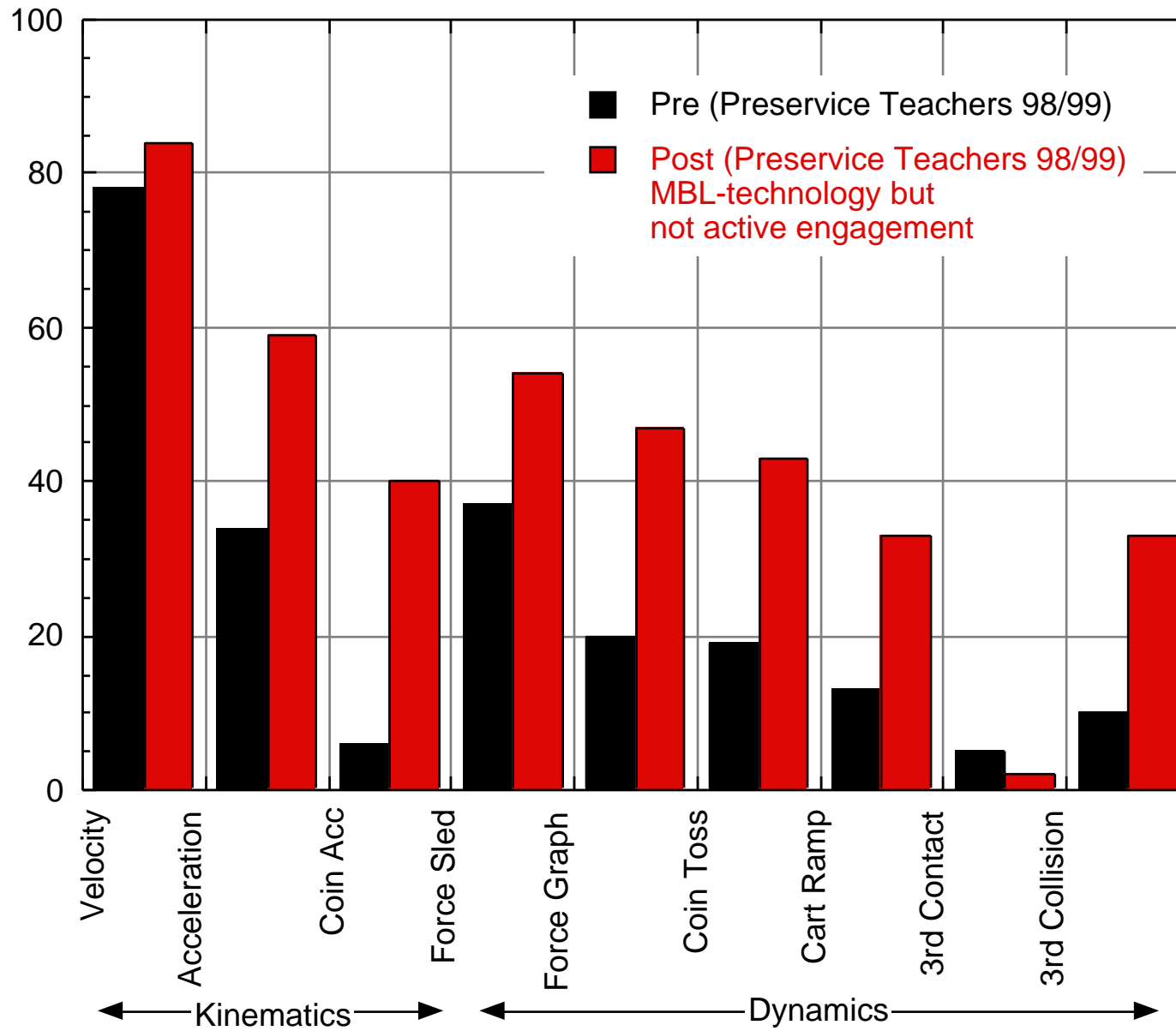
Teaching Method	Normalised gain (FCI)	Reference
Workshop physics	41%	Saul and Redish 1998
Tutorials in Introductory physics (McDermott style)	35%	Saul and Redish 1998
Group Problem Solving	34%	Saul and Redish 1998
Preservice	~42%	This study
Mechanics I (1997/98)	45%	This study
Traditional	16%	Saul and Redish 1998

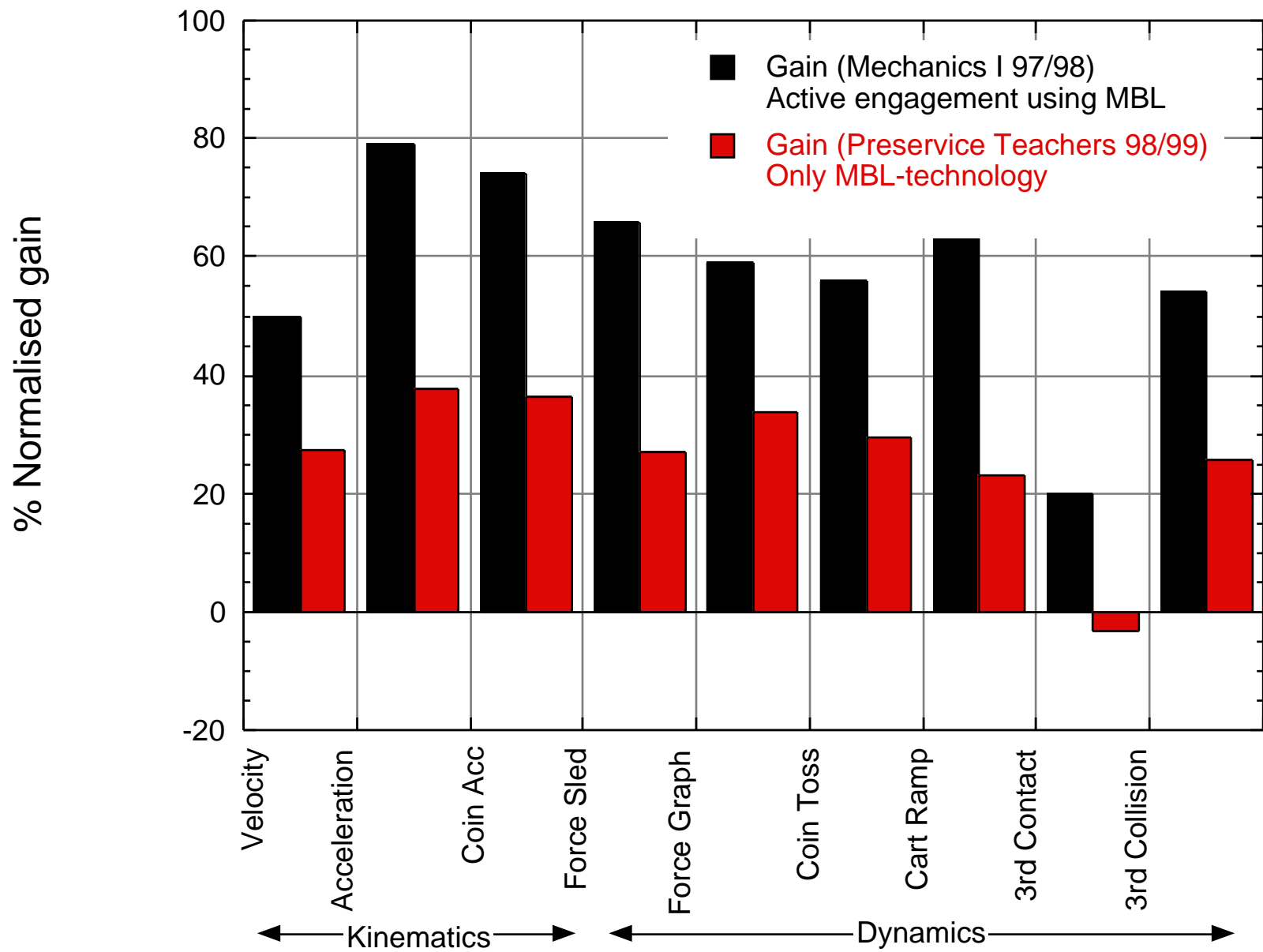
Implementation of MBL

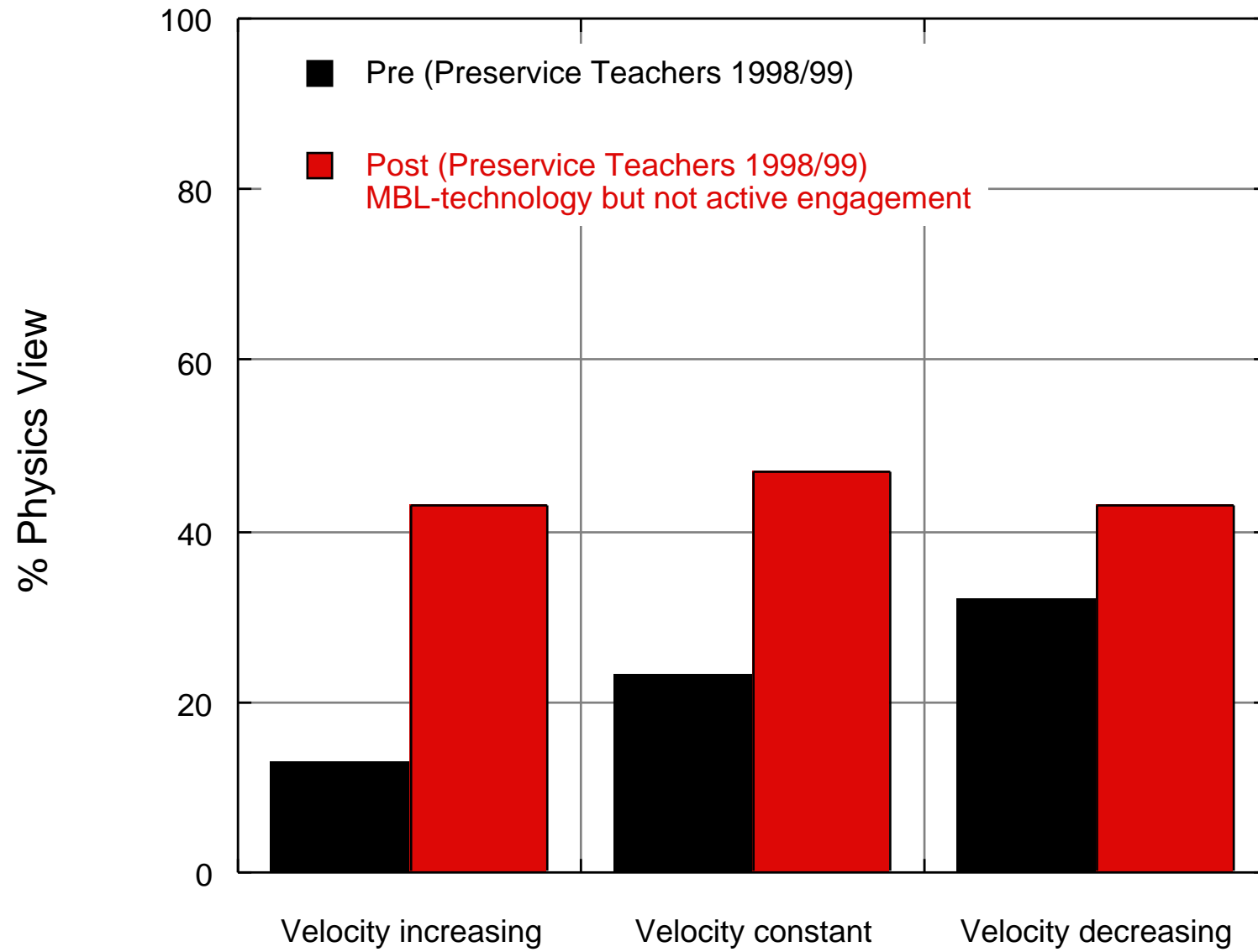
Case 3 (Preservice teachers 1998/99)

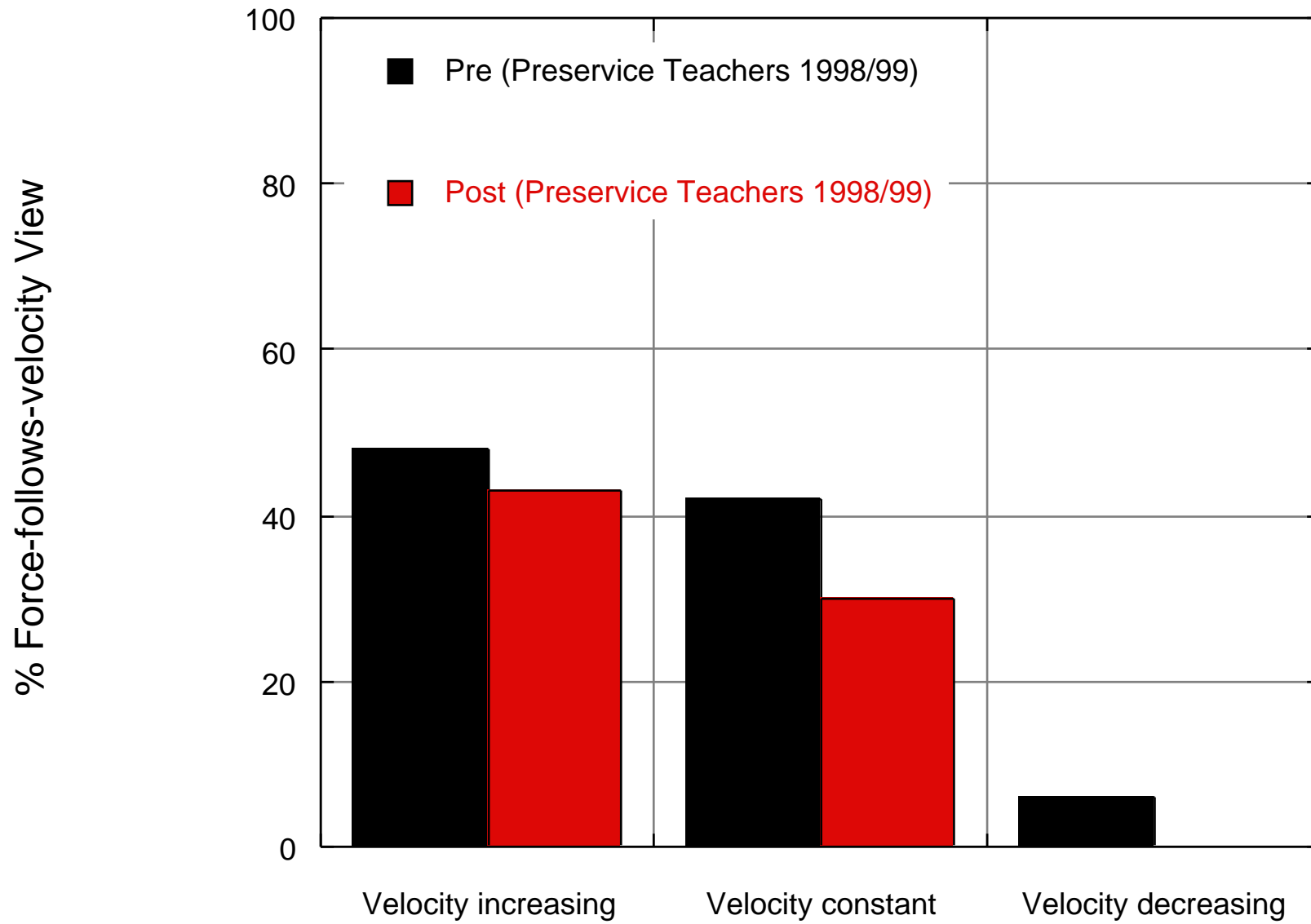
- MBL-technology were used in the labs.
- the original labs were locally
"improved" and transformed into
formula verification labs.
- the students were not asked to do any
predictions.
- no lab on kinematics.

% Student understanding









RESULTS

Case 1 and 2

- the students have got a much better conceptual understanding of mechanics than students in traditionally taught courses.
- a high fraction of the students have acquired a Newtonian view and a low fraction of students hold a force-follows-velocity view after instruction.
- the gains are comparable to well known innovative courses in USA.
- the students in Mechanics I performed significantly better on traditional problems in the final exam.
- male and female students got the same normalised gains in Mechanics I

Case 3

- the students did not perform as well as in case 1 and 2 but somewhat better than students in traditionally taught courses.
- almost the same fraction of students holding the force-follows-velocity view after instruction as before instruction. By eliminating the active engagement part from the labs the "weak" students were not reached.
- big difference in gains between male (higher) and female (lower) students.

CONCLUSIONS

- Microcomputer Based Labs (MBL) in an active engagement approach is an effective way of fostering conceptual change in mechanics.
- MBL is good both for pre-service teachers and engineering students.
- The MBL-approach can be misunderstood and implemented as a technology only approach.
- When implemented without sound pedagogy MBL is only marginally better than "traditional" teaching.